

مجموع الكتب العلمية المبسطة

٢٣

# سطح الأرض المتغير



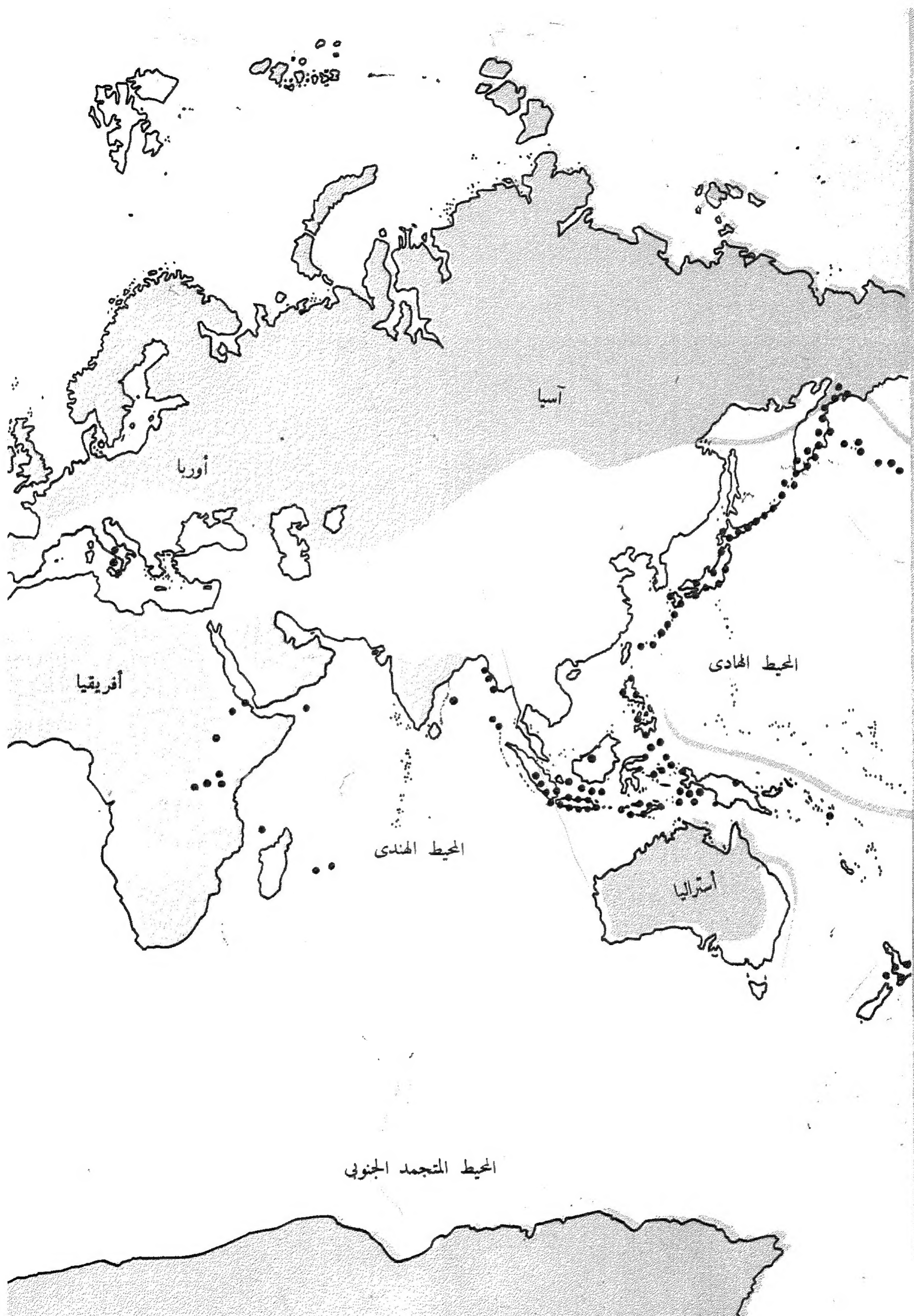
دار المعارف



Bibliotheca Alexandrina

0018153







مجموعة الكتب العلمية البسيطة

٢٣

# سطح الأرض المتغير

تأليف

برتا موريس بارك

ترجمة

الدكتور محمد يوسف حسنة

لطبعة الرابعة

لناشر



دار المعارف

بالاشتراك مع الجمعية المصرية لنشر المعرفة وثقافة عالمية

قدم الأستاذ الدكتور أحمد زكى مدير جامعة  
لقاهرة « السابق » لهذه لسلسلة لقيمة فى أول كتبها  
« حيوانات نعرفها » الذى ترجمه هدية منه فقال :

الأمّةُ برجالها ، ورجالها من صغارها ، لهذا سألتُ  
أن يكون لى شرف الشركة فى تشييف هؤلاء الصغار ،  
فأجبتُ إلى سُؤلى ، فكان لى من ترجمة هذا الكتاب ولكتب  
هذه السلسلة القيمة متعة قل أن تُعاد لهما متعة .

أحمد زكى  
مدير جامعة القاهرة  
السابق

هذه الترجمة مرخص بها ، وقد قامت الجمعية لمصرية لنشر لمعرفة والثقافة لعالمية  
للطاعة ولنشر شراء حق لترجمة من صاحب هد الحق

This is an authorized translation of THE EARTH'S CHANGING  
SURFACE by Bertha Morris Parker. Copyright © 1958, 1952,  
1947, 1942 Row, Peterson and Company. This Arabic Language  
edition is authorized for publication by Western Printing and  
Lithographing Company, Racine, Wisconsin, U. S. A.



# سطح الأرض المتغير

## الجزيرة التي نسفت نفسها

كراكاتوا جزيرة صغيرة بالقرب من الطرف الغربي لحاوة . وقديماً كانت الجزيرة أكبر كثيراً مما هي عليه الآن . ففي ليل السادس والعشرين من أغسطس من عام ١٨٨٣ نسفت الجزيرة نفسها . ولتفهم كيف حدث هذا ، يجب أن تعرف أن الجزيرة قمة بركان . لقد كانت عملية « النسف » ثوراناً بلغ من الشدة أن قذف بالجانب الأكبر من قمة البركان عالياً في الهواء .

وفي سنة ١٨٧٧ — بعد فترة هدوء دامت أكثر من مائتي عام — أَرعد البركان إنذاراً بأنه قد يثور حالا . وعندما حدث الثوران ، لم يكن أحد قد قدّر ، على أى حال أنه سيكون واحداً من أعنف الثورانات في الأزمنة الحديثة .

كان الثوران في شكل سلسلة من الانفجارات المروعة . وعندما انتهت هذه الانفجارات أخيراً بعد ٣٦ ساعة ، كان نصف الجزيرة قد اختفى .

وقد سمعت ضوضاء الانفجارات على بعد ٤٨٠٠ كيلومتر ، وانقذف غبار الصخور إلى ارتفاع ٣٢ كيلومترا في الهواء ، وكان من الكثرة للدرجة أنه في وسط النهار أحال منطقة اتساعها ١٦٠ كيلومتراً حول كراكاتوا إلى ظلام دامس كالليل . وبعد توقف الانفجارات بأيام ظلت تهطل رخات الغبار والرماد فوق أسطح السفن على مسافات بعيدة جداً في البحر . وسرعان ما استقر الغبار الأكثر خشونة ، ولكن بعض الجسيمات الأكثر دقة طافت عدة مرات حول العالم قبل أن تستقر أخيراً على الأرض . وأمكن للعلماء من ملاحظة لون غروب الشمس أن يثبتوا أن الهواء قد حمل غباراً دقيقاً لعدة شهور . لقد جعل الغبار احمرار الغروب أكثر لمعاناً من المعتاد .

ولم ينتج أكبر الضرر عن الثوران نفسه ، ولكن عن الأمواج الضخمة التي سببها في المحيط ، فقد اكسحت الشواطئ القريبة جدران شاحنة من الماء بلغت ما يقارب ١٥ متراً في الارتفاع ، ودمرت ثلثمائة قرية كاملة ، كما لقي أكثر من ٣٥,٠٠٠ من سكان تلك القرى حتفهم بفعل الأمواج الضخمة .



## زلزال وخط جديد للشاطئ

لقد حدث زلزال في شيلي منذ أكثر من مائة عام . وليست الزلازل ظاهرة غير شائعة في ذلك الجزء من العالم ، ولكن هذا الزلزال كان عنيفاً بدرجة غير عادية . فقد شعر به الناس على مسافة ١٦٠٠ كيلومتر على طول الساحل .

تقع فالباريزو ، وهي مدينة كبيرة في شيلي ، على مرفأ . لقد رأى سكان فالباريزو بعد الزلزال مباشرة حطام سفينة على الشاطئ . وكانت هذه السفينة قد تحطمت قبل ذلك بسنوات عدة ، واستقرت في المياه الضحلة بالمرفأ .

وربما تظن أن « الزلزال قد سبب أمواجاً طرحت السفينة فوق الشاطئ » ، لا ، ولكن الذي حدث هو أن قاع المرفأ كله قد دفع إلى أعلى . وكانت حول السفينة القديمة الصخور المغطاة بالأصداف ، والتي كانت تحيط بها عند قاع البحر . لقد تسبب دفع أرضية المرفأ إلى أعلى في حدوث الزلزال ، وكون خطأ جديداً للشاطئ .

## النهر الذى غير مجراه

الهوانجهو نهرٌ من أكبر أنهار الصين . والاسم معناه « النهر الأصفر » . وهو اسم على مسمى ، إذ أن مياه النهر تحمل كميات كبيرة من الطين الأصفر ، وهي تجلبها من الجبال والتلال التي تقع إلى الغرب من السهل الكبير الذى يمتد من البحر إلى الخلف .

كان نهر هوانجهو يتبع المجرى المبين بالخريطة التي إلى اليسار في صفحة (٥) مدة طويلة جداً من الزمن . وكان يتدفق إلى أسفل المنحدرات الشديدة الميل في الجبال والتلال ثم ينساب ببطء عبر السهل . وكان عندما يبطئ في انسيابه يضطر إلى ترسيب بعض الطين الذى يحمله فوق قاعه .

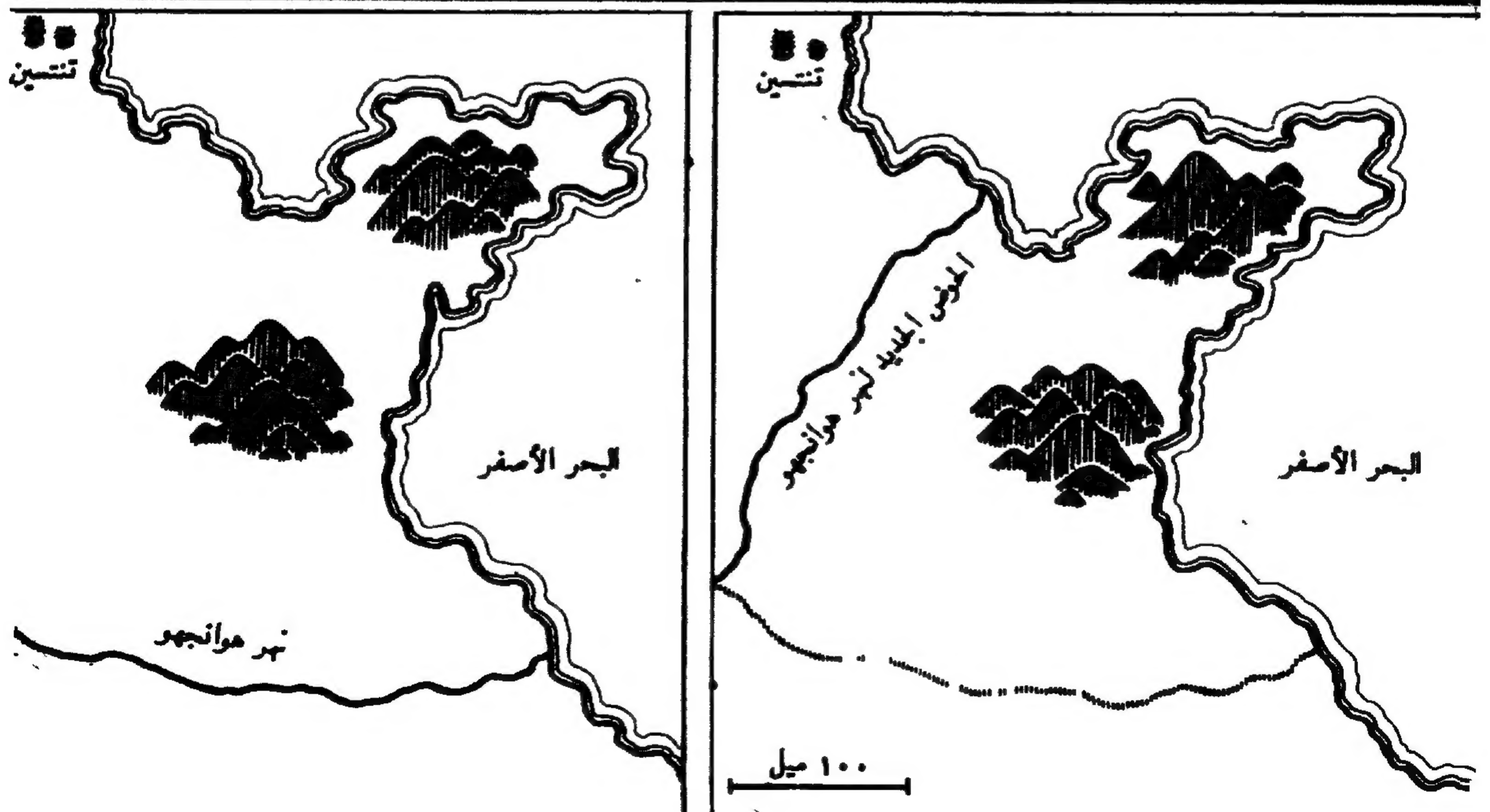
وقد عاش ملايين الفلاحين الصينيين على السهل المتاخم للنهر . وكلما كان قاع النهر يزداد علواً أمكن للنهر أن يطفح فوق ضفافه بسهولة أكثر ، ويفيض على المزارع المجاورة . وكان الفلاحون يمنعون النهر من الطفح ببناء جسور صناعية على طوله يسمونها « السدود » . وكلما كان النهر يرسب مزيداً من الطين على طول مجراه ، كان الفلاحون يبنون سدوداً أعلى فأعلى .



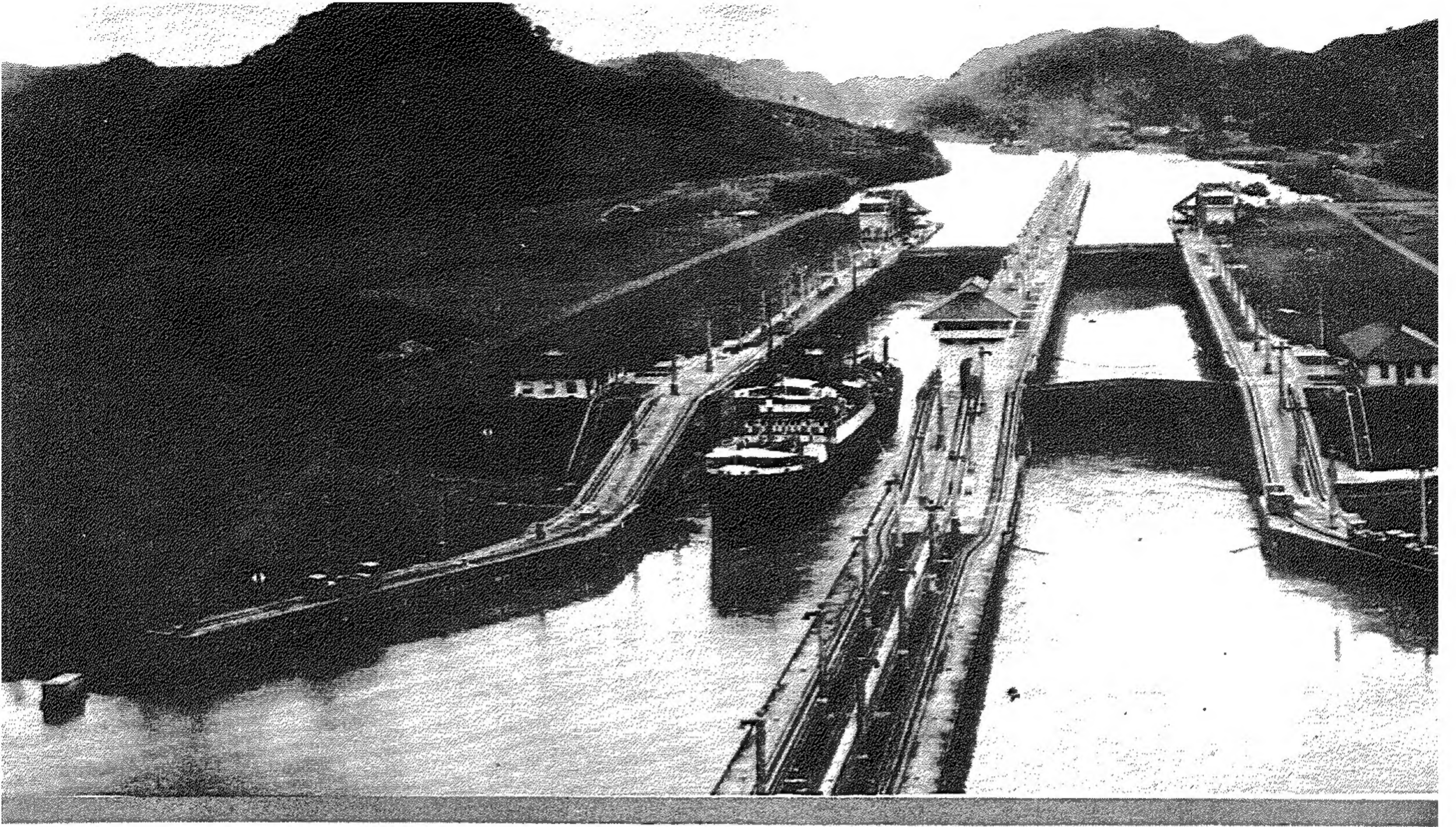
وأخيراً صار قاع النهر أعلى من أرض المزارع المجاورة، وأصبح له مسار مرتفع نحو البحر. وفي عام ١٨٥٢ تسبب الطقس الدافئ بالجبال الغربية في انصهار الثلج بسرعة كبيرة. وتدفقت سيول الماء الموحل إلى الهوانجيهو. ولا رأى الفلاحون مياه النهر تعلو، أسرعوا ليجعلوا السدود أكثر ارتفاعاً، وهم لم يتأخروا حتى عن جرف التربة الطيبة من حقولهم، وتكدسها فوق السدود ليكبحوا جماح النهر، ولكن بالرغم من كل مجهوداتهم وجد الهوانجيهو مكاناً ضعيفاً في السد على الضفة الشمالية للنهر، فانطلقت المياه من خلاله.

كانت الثلثة صغيرة في أول الأمر، ولكن المياه المتدفقة زادت اتساعاً. وتدفقت المياه من خلال الثلثة وانتشرت فوق الحقول. وظلت تنتشر وتمتد أبعد وأبعد. وأخيراً بلغت البحر على مسافة نحو ٤٨٠ كيلومتراً من الفم القديم للنهر. وتوضح الخريطة اليمنى أدناه، المجرى الجديد الذي اتبعه النهر.

ولا قلعت الجيوش اليابانية إلى الصين في الحرب العالمية الثانية وجد الصينيون طريقة للاستفادة من الهوانجيهو في حماية بلادهم، فقد جعلوا النهر ينساب ثانية في مجراه القديم نحو البحر، فلم يتمكن اليابانيون من استعماله بعد ذلك كرأس جسر من الشمال إلى الجنوب، إذ سد الطريق إلى جزء من البلاد لم يكن اليابانيون قد وصلوه بعد. ولكن ما إن وضعت الحرب أوزارها حتى حول الصينيون النهر مرة أخرى إلى مجراه الشمالى الذى كونه لنفسه سنة ١٨٥٢، وذلك لينقلوا المزارع التي أحرقت.







## فصل قارتين إحداهما عن الأخرى

في العاشر من أكتوبر سنة ١٩١٣ ضغط رئيس الولايات المتحدة زراً ففتح سداً وانطلقت المياه لتتألف أكبر مجرى مائي حفره الإنسان ، وهو قناة پاناما . وكثيراً ما فكر الناس قبل ذلك بسنوات عديدة في توصيل المحيط الأطلنطي بالمحيط الهادي بوساطة قناة تشق عبر برزخ پاناما . ففي سنة ١٨٨٠ كلف مهندس فرنسي بمهمة حفر قناة لپاناما ، وقد أنفق هذا المهندس سبع سنوات وعدداً عديداً من ملايين الدولارات في محاولة فصل أمريكا الشمالية عن أمريكا الجنوبية ، ولكنه فشل . ويعزى فشله جزئياً إلى الحمى الصفراء ، وهي مرض كان يفتك بعماله بنفس السرعة التي كان يمكنه بها نقلهم إلى پاناما .

وفي سنة ١٩٠٤ أخذت حكومة الولايات المتحدة المشروع على عاتقها . وقد وجد أن الحمى الصفراء لا ينقلها غير نوع واحد من البعوض . وكلف الدكتور وليم جورجاس أن يشن الحرب ضد الحمى الصفراء ، وكانت قصة نجاحه إحدى القصص المثيرة في تاريخ الطب . وبالطبع ، حتى مع هزيمة الحمى الصفراء ، لم يكن حفر القناة بالمهمة السهلة . فالمسافة التي تقطعها القناة في المسار الذي رسم لها عبر البرزخ تبلغ نحو ٦٤ كيلومتراً . ولم تكن الأرض هنا مستوية ، فقد كانت في بعض الأماكن أكثر من ٩٠ متراً فوق منسوب البحر ، وكان لابد للقناة أن تقطع صخوراً صلبة في جزء من طريقها . وقد استعملت



ملايين من قذائف « خراطيش » الديناميت لتفجير الصخور وإزالتها . وحيثما كانت القناة تشق في تربة ، كانت الجواريف البخارية الضخمة ترفع قضبان زنة الواحدة عشرة أطنان من التربة في المرة الواحدة . وقد أزيل أكثر من ٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠ طن من الصخور والتربة .

وحدث مرة في أثناء الحفر أن وقع زلزال فأتلف جانباً كبيراً من العمل الذي كان قد تم تنفيذه . وكثيراً ما دفعت الأمطار الغزيرة آلاف الأطنان من التربة التي انزلقت منهارة من الضفاف إلى الحفر .

وصمم المهندسون ألا يحاولوا حفر القناة حتى منسوب البحر على طول مجراها كله . وربما أن القناة لن تكون مستوية ، فقد كان لزاماً أن تقام « الأهوسة » فيها .

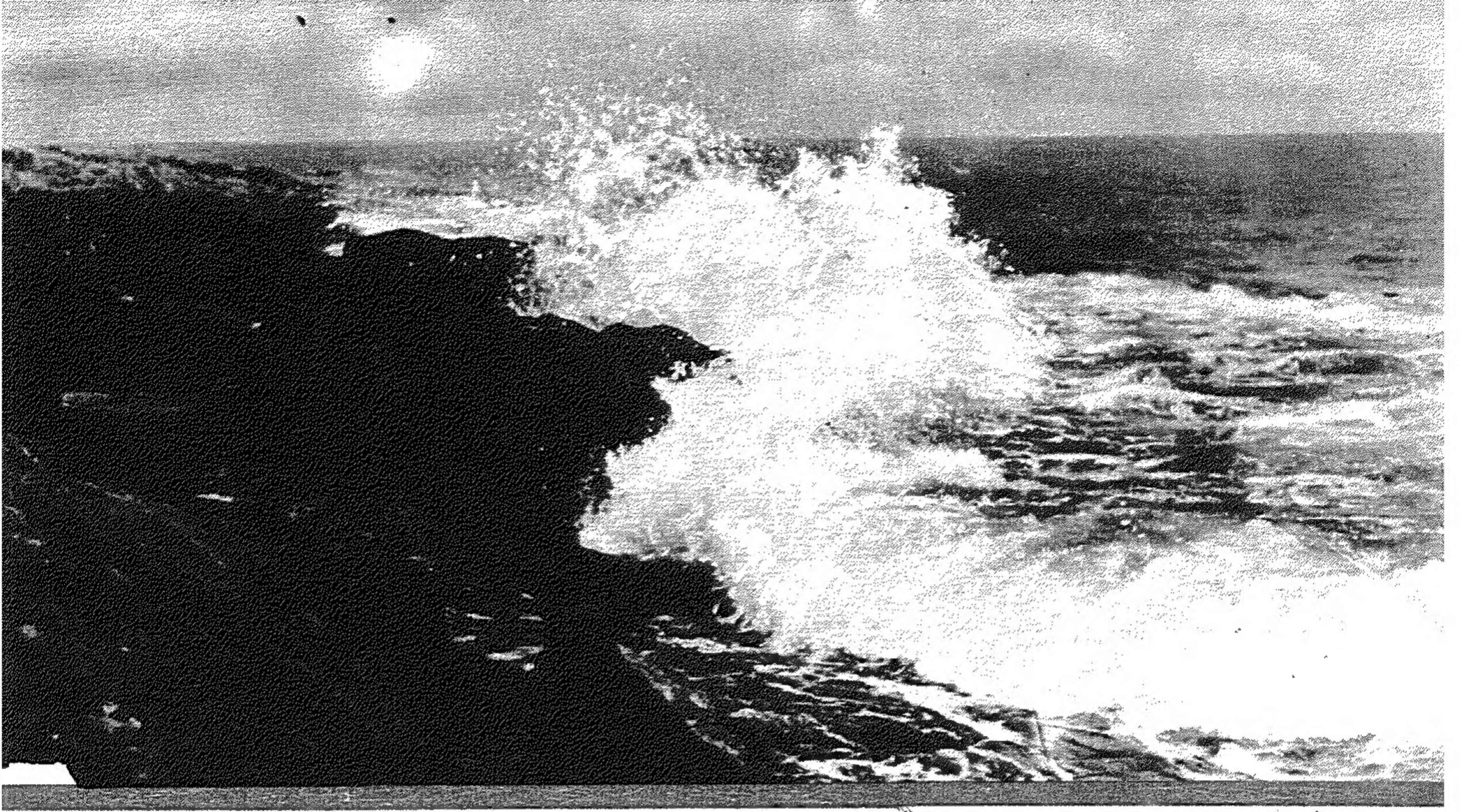
وأخيراً بعد عشر سنوات من العمل انتهى حفر القناة . وفي اليوم الذي افتتحها فيه الرئيس ، قررت جمهورية باناما أن تضع في خاتمها الرسمي هذا الشعار الجديد : « انقسم اليابس ، واتحدت المحيطات » .

### تغير ومزيد من التغير

تحكى القصص الأربع التي قرأها الآن أربعة تغيرات في سطح الأرض . وربما استمعت كثيراً إلى قول كالاتي :

« الإنسان يغير وجه الأرض دائماً » . وهذا قول حق لا مرء فيه ، فالتناس يعملون على تغيير سطح الأرض ساعة فساعة . إنهم يحفرون القنوات والمناجم ، وهم يحفرون المستنقعات وينشئون أراضي جديدة على الشواطئ . وهم يقيمون السدود على الأنهار فينشئون خلفها البحيرات . إنهم يقومون بالأنهار ويجعلونها أكثر عمقاً . وهم كذلك يحولون مجاريها لتنساب في اتجاهات أخرى . ويمكننا جعل هذه القائمة أطول كثيراً ، ولكن التغيرات التي تحدث في سطح الأرض ليست كلها من صنع الإنسان بأي حال . إن واحدة فقط من القصص الأربع التي قرأها حالا هي قصة تغير من صنع الإنسان تماماً . والأرض يمكن أن يغيرها التغير حتى لو لم يكن فوق ظهرها أحد قط . والحقيقة أن أكبر تغيرات انتابت سطح الأرض حدثت دون وساطة الإنسان . وهي تغيرات طبيعية ، ويدور باقي هذا الكتاب حول التغيرات الطبيعية فقط .





## حرب أبدية

يمكن اعتبار التغيرات الطبيعية التي يجرى حدوثها في سطح الأرض مراحل من حرب كبرى دائمة منذ كانت الأرض في شرخ الشباب . هذه هي الحرب بين البر والبحر ، وهي حرب لا تتوقف أبداً . ويكسب البحر المعركة في بعض الأماكن ، وفي أماكن أخرى يكسبها البر . وتمثل الصورة في هذه الصفحة منظرًا لأحد الخطوط الكثيرة للمعركة . ويعتبر الهواء والماء والجليد بمثابة الكتائب التي تضطلع بأدوار في المعركة . وهذه الكتائب تحارب في كلا الجانبين . وهي تبني هنا أرضاً جديدة ، أو تجعل أرضاً قديمة أعلى من ذي قبل . وهي هناك ، تخرب أرضاً غيرها أو تبليها ، فتصل بها إلى مناسب أقل مما كانت عليه . ويسمى بلى الأرض بالحث أو التحات . وضد الحث هو الترسيب . وبعد الحث والترسيب جانباً كبيراً من قصة الحرب بين البر والبحر . ولكن هناك عمليات أخرى تجري كذلك . وإحدى هذه العمليات البركة أو النشاط البركاني . وقد رأيت شيئاً من النشاط البركاني في قصة كراكاتوا . وإحدى العمليات الأخرى هي الحركات الأرضية . ونعني بالحركات الأرضية تلك الحركات التي تتأب الصخر الصلب الذي يكون الأرض ، فترفعه أو تخفضه أو تحركه حركات جانبية . وتعتبر قصة الخط الجديد للشاطئ في شيلي إحدى قصص الحركات الأرضية . وتحكي الصورة على الصفحة ( ٩ ) قصة من



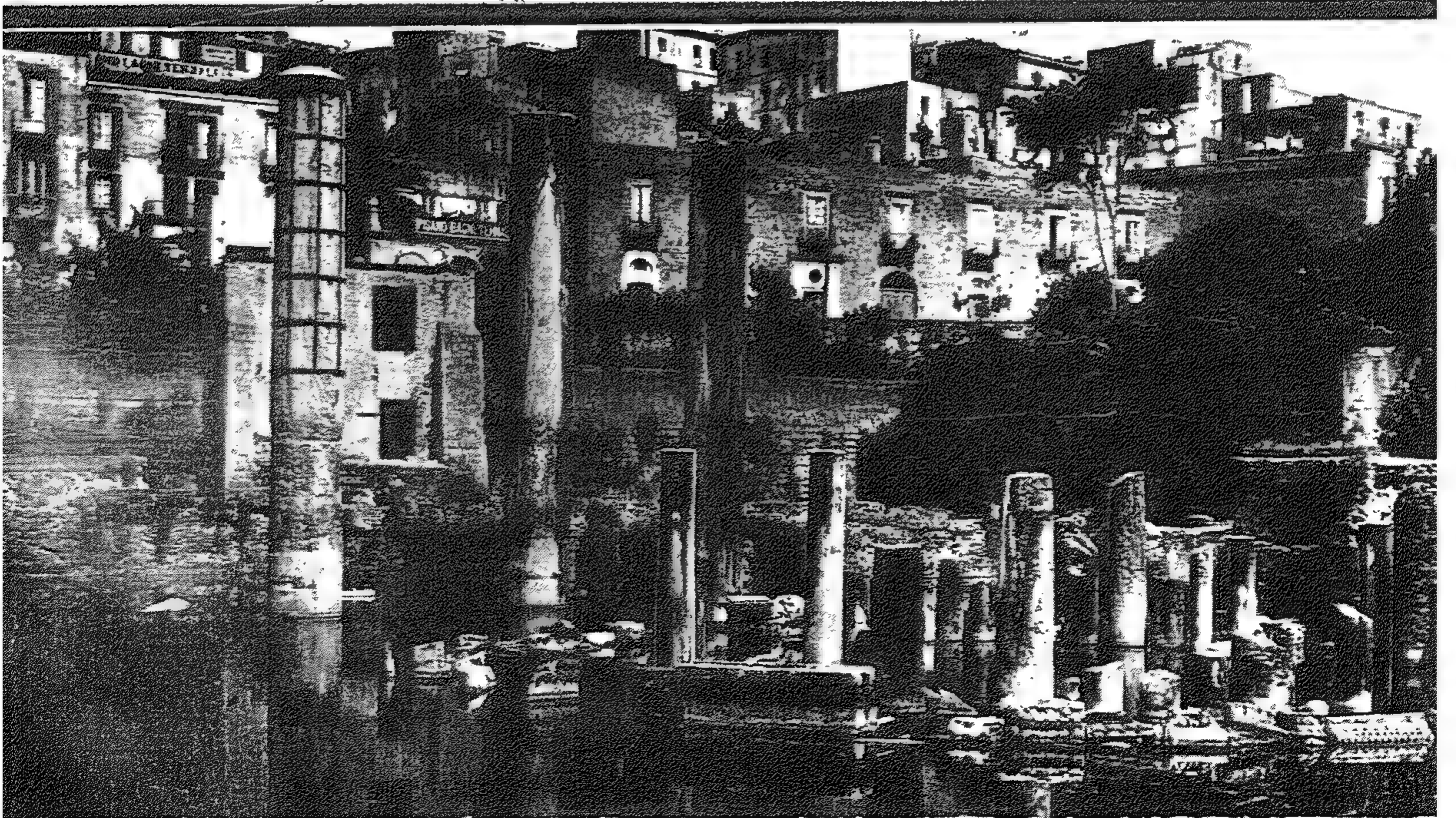
قصص الحركات الأرضية أيضاً . فالأعملة التي في الصورة هي جزء من معبد روماني بني على شاطئ البحر المتوسط منذ أكثر من ألفي سنة . وبمرور السنين هبطت الأرض التي قام عليها المعبد ببطء . ومع الزمن ، غاص المعبد تحت الماء . ومنذ زمن غير بعيد دفع قاع البحر الصاعد أطلال المعبد فوقه إلى وضعها الحالي . وترى في أعملة المعبد تقويم عديدة حفرها حيوانات بحرية دقيقة .

وكما يحدث في عمل الهواء والماء والجليد ، فإن البركة والحركات الأرضية قد تساعد جانب البر أو جانب البحر . ولتستلبر الآن المزيد من جانب الحرب التي يشنها الهواء والماء .

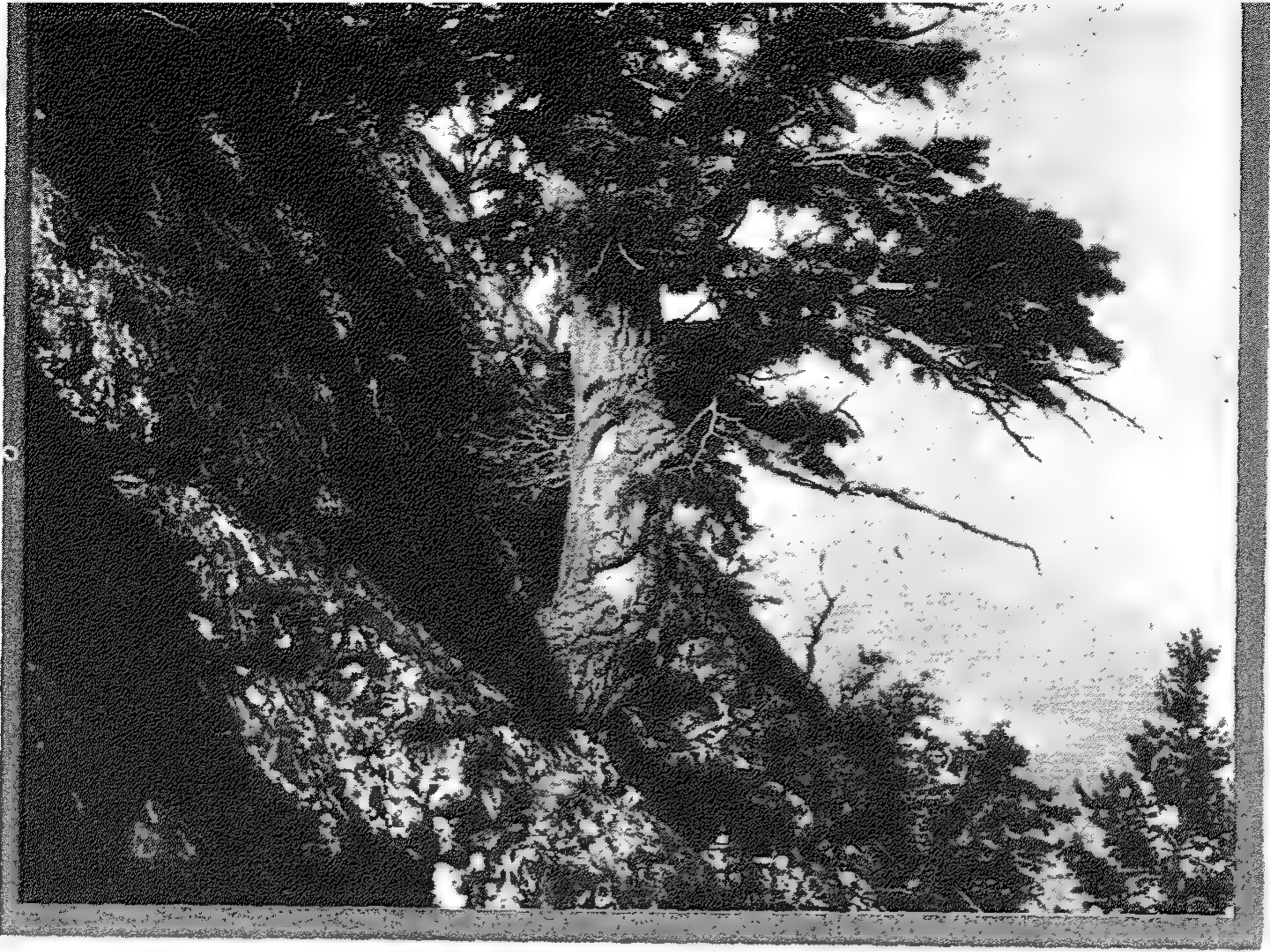
### الحولة الأولى في المعركة

لا يمكن للإتهار أن تدفع جبالا بأكملها إلى البحر . ولا يمكن للريح التي تهب فوق سطح عار من الحجر الأصم أن تكون الصخر فتني منه تلاً . والأمواج قد تطرح الرمل والحصى إلى الشاطئ ، ولكنها لا تتمكن من ذلك مع الجلاميد الكثيرة . وقبل أن يمكن للريح أو المياه أن تحرك الصخر لابد أن يتهشم إلى قطع صغيرة .

إن الجيولوجي ، كما تعرف في أغلب الظن ، هو العالم الذي يدرس الصخور ويتعلم كيف يقرأ القصص التي تحكيها . ومنذ وقت غير بعيد عثر أحد الجيولوجيين على جلمود طريف في الجبال الغربية ( بالولايات المتحدة ) ، ولم يكن متأكداً من نوع الصخر الذي



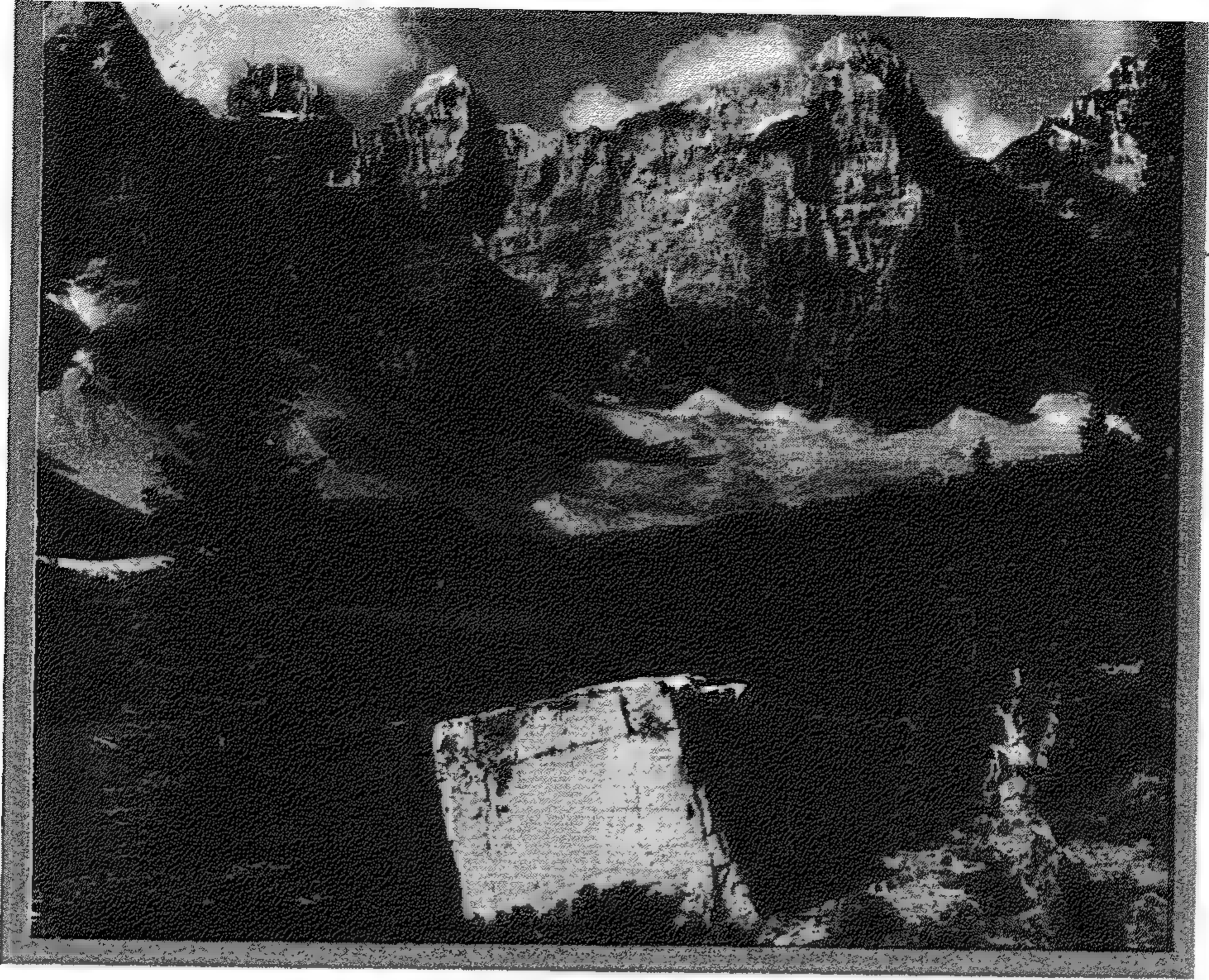




يتكوّن منه ذلك الجلمود . وأراد أن يأخذ معه عينة صغيرة منه ، ولكن بالرغم من وجود مطرقة معه ، فإنه لم يتمكن من كسر قطعة من الجلمود . وعلى أى حال ، فهو لم يقطع عن فكرة أخذ عينة . ولم يكن الجلمود بعيداً عن ضفة أحد الجداول الجبلية الصغيرة . فأوقد الجيولوجي ناراً حول الجلمود واحتفظ بها مشتعلة حتى تأكد أن الجلمود صار حامياً جداً ، ثم ألصقه - حرّكه - من مكانه «بشاخص» ودحرجه إلى الجدول . ولا غطس الصخر الحار في الماء البارد تهشم وصار قطعاً كثيرة . إن الحرارة تجعل الصخر يتمدد أو يشغل حيزاً أكبر . وهو ينكمش إذا برد أو يشغل حيزاً أقل . لقد تمدد الصخر الذي يتكوّن منه الجلمود عندما سخن ، وعندما سقط الجلمود في الجدول برد سطحه الخارجى بسرعة تفوق كثيراً السرعة التى برد بها داخله . ولذلك فقد انكمش قبل أن تنهيا للصخر الذى بالداخل فرصة الانكماش . وكانت النتيجة هى تهشم الجلمود .

وفى الطبيعة كذلك تؤدى تغيرات درجة الحرارة إلى تهشم الصخور . فالبرودة الفجائية لسطح الصخر بعد أن تكون الشمس قد سخنته تسبب انفصال الشظايا منه . ولكن احتمال تهشم الصخر من تغيرات درجة الحرارة يكون أكبر ما يمكن عندما تحتوى تشققاته على مياه . فإذا انخفضت درجة الحرارة انخفاضاً كافياً تجمدت المياه . والمياه تتمدد عند تجمدها ، وهى تحدث ضغطاً كبيراً على أى شىء يحجزها خلفه . وبذلك فالمياه المتجمدة





تجعل الشقوق أكثر اتساعاً . وعندما يلفأ الصخر بالقلدر الكافي ينصهر ما بشقوقه من جليد . ولكن انخفاضاً آخر إلى ما تحت درجة التجمد يجعل الشقوق أكثر وأكثر اتساعاً . وأخيراً فقد تهشم الصخر ويستحيل فتاتاً .

وتساعد النباتات أيضاً على تهشم الصخور . ولنفرض أن بذرة شجرة شربين ، وهو شجر كالسرو ، يستخرج منه القطران ، سقطت في شق دقيق على منحدر صخري . ولنفرض كذلك أنه قد احتجز بداخل الشق قلدر من الرطوبة يكفي لإنبات البذرة ، وستكون جذور الشجرة في أول الأمر صغيرة جداً ، ولكن مع نمو الشجرة ستتمو الجذور أيضاً . وستجعل هذه الجذور الشق أكثر اتساعاً ، وقد تفلق كتلة كبيرة من الصخر إلى قطعتين أو أكثر . ويحتمل أن الشجرة الموضحة بالصورة في الصفحة العاشرة قد فصلت كتلاً صخرية من المنحدر الجبلي في أثناء نموها .

وغالباً ما تتزلق قطع الصخر المنفصلة من الجروف المنحدرة وجوانب الجبال فتبنى منحدرات عند قواعد الجروف والجبال تسمى منحدرات الركام . ويمكنك أن ترى بوضوح منحدرات ركامية في الصورة التي بهذه الصفحة ، والصورة التي في صفحة (٢) . . . وهناك طرق عديدة لتهشم الصخور أقل بساطة من الطرق الثلاث التي حاستاك عنها . أنت على يقين من أنك تعرف أنه لو تركت قطعة من الحديد ملقاة فوق الأرض لعدة



أيام ، فأغلب الاحتمالات أنها ستصدأ ، سيتحد بعض الحديد مع الماء وأكسجين الهواء ليكون الصدأ . وتتغير بعض الصخور بطريقة تشابه كثيراً تغير الحديد عندما يتعرض للهواء . ويحدث ثاني أكسيد الكربون الذي بالهواء تغيرات في أنواع أخرى من الصخور . وقد يستحيل جزء الصخر الذي تغير هشياً تماماً ، كما يستحيل الحديد عندما يصدأ هشياً . وقد يفتت الصخر بمضي الوقت ويتحول إلى جسيمات دقيقة .

تغطي الجلاميد الظاهرة في الصورة التي بهذه الصفحة نباتات صغيرة تسمى الأشن . وليس للأشن جذور تليص بها قطعاً من الصخر ، ولكنها تفرز في أثناء نموها حمضاً ينحت طريقه في الصخور ويساعد على تحويلها إلى فتات .

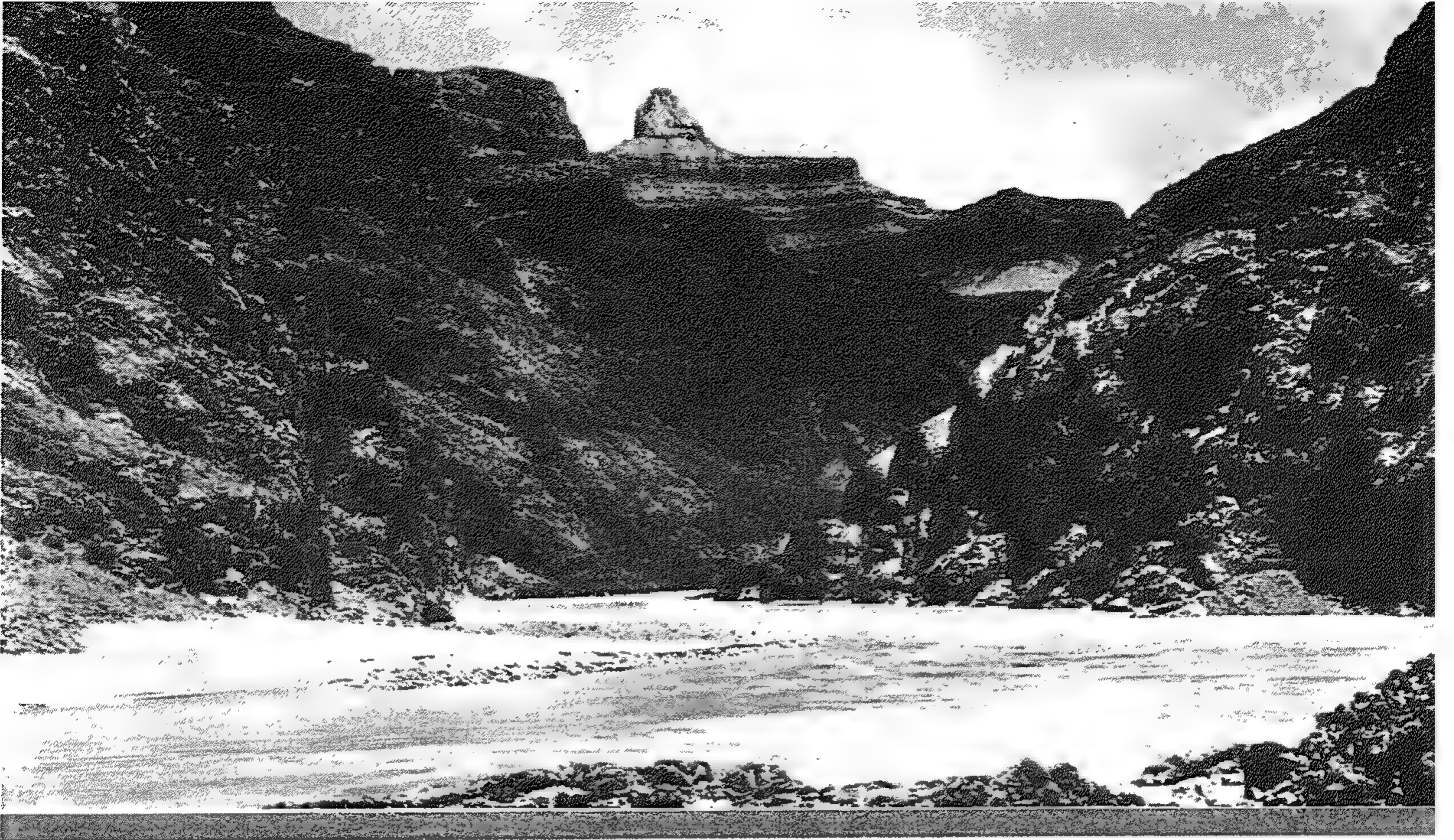
إن الماء النقي لا يمكنه أن يذيب من المادة الصخرية إلا قليلاً ضئيلاً . ولكن ماء المطر قادر على أن يذيب بعض المواد التي يلتقطها وهو يسقط من خلال الهواء ، ومن بين هذه المواد ثاني أكسيد الكربون . والماء المحتوي على ثاني أكسيد الكربون قادر على إذابة بعض المواد الصخرية ، وهو يذيبها فعلاً . فهو لهذا يساعد على تهشم الصخور . ويستعمل العلماء كلمة واحدة لطرق تهشم الصخور التي سمعت عنها الآن . وهذه الكلمة هي التجوية .

وكما رأيت ، فإن الصخور المتجوية قد تكون منحدرات ركامية عند قواعد الجروف والجبال . وتبقى معظم الصخور المتجوية حيث تكونت فوق المنحدرات اللطيفة الميل والمستطحات المستوية حتى تحركها الرياح أو المياه . وتتكون التربة التي تغطي معظم سطح الأرض أساساً من صخور متجوية .

وبمجرد أن تهشم الصخور إلى جسيمات دقيقة فإن نقلها من مكان إلى آخر يتم بسهولة . إن التجوية هي الخطوة الأولى في المعركة الدائرة بين البر والبحر .







## الأنهار والأعمال التي تقوم بها

يتبخر جزء من المطر الذي يسقط من السحب بمجرد أن يلمس الأرض . وإذا كان الهواء شديد الجفاف فقد يتبخر كله قبل أن يصل إلى الأرض . ويغوص بعض المطر داخل الأرض ، وينطلق الباقي إلى أسفل المنحدرات .

وإذا كانت هناك أية مواد مميّنة «سائبة» يمكن نقلها، فإن الماء المنطلق فوق السطح قادر تماماً على نقل جزء منها . وكلما كان المنحدر شديداً انطلقت المياه فوقه بسرعة أكبر ، وحملت منه كمية أكبر من الصخور المفتتة والتربة . وتدخل كمية المياه في الاعتبار كذلك . فكلما كانت هناك مياه أكثر تنطلق فوق المنحدر ازدادت كمية المواد «السائبة» التي يمكن أن تحملها .

وربما يكون للمياه النقية تأثير طفيف جداً في بلي الصخور الصلبة التي تجري فوقها ، أو قد لا يكون لها تأثير فيها إطلاقاً . ولكن المياه الحاملة للرمل والجحول ( فتات الحجارة ) يمكنها أن تبلي الصخور . وتشبه المياه النقية في المعركة الدائرة بين البر والبحر جيشاً أعزل لا سلاح له . ويقوم الرمل والجحول بمهمة السلاح .

إن الخائق العظيم ( جراند كانيون ) لمثال مذهش لما يمكن أن تعمله المياه المحملة بالرمل





والجروول . وتبين الصورة في أعلى صفحة ١٣ قاع الخائق . ترتفع جدران الخائق عدة آلاف من الأمتار فوق الجزء المبين في الصورة . ويسمى هذا الجزء من الخائق بـ « الخائق الجرائنيقي » ذلك لأن نهر كلورادو الذي نحت الخائق يشق طريقه هنا في صخر من الجرائنيت الصلب .

ولا كانت معظم المياه التي تنطلق إلى أسفل المنحدرات تجد طريقها إلى الأنهار ، فإن قصة عمل المياه الجارية هي — أساساً — قصة عمل الأنهار . وربما تكون قد شاهدت فوق بعض المنحدرات العارية خيراناً صغيرة نحتها المياه المنطلقة فوق هذه المنحدرات . لقد بدأ الكثير من أنهارنا في شكل خيران دقيقة كهذه تماماً .

لنتبع قصة أحد هذه الخيران الذي نما حتى صار وادياً لأحد الأنهار . لقد بدأ هذا الخور فوق جرف على شاطئ البحر . وكانت هناك خيران أخرى كثيرة على طول الجرف نفسه ، ولكن خور قصتنا كان في تربة يمكن أن تبلى بسهولة جداً ، فانهلر الخور انحداراً شديداً نحو البحر . وجرت مياه الأمطار على منحدره بسرعة كبيرة ، وازداد الخور عمقاً بسرعة ، وفي نفس الوقت ازداد طولاً ، فالمياه المنطلقة على المنحدرات القريبة من رأس الخور أبليت التربة هناك ، ونحت الخور طريقه إلى الوراء متباعداً عن حافة الجرف شيئاً فشيئاً . وكان الخور يزداد اتساعاً كلما ازداد عمقاً ، فكانت المياه المنطلقة على جوانب الخور تبلى التربة على المنحدرات حتى ابتلع الخور بعض الخيران الصغيرة المجاورة . واستمر الخور يزداد عمقاً واتساعاً وطولاً ، فوصل بعد سنين كثيرة عدة كيلومترات إلى الخلف بعيداً عن



الشاطئ . وفي ذلك الوقت استحق أن يسمى وادياً ؛ إذ أنه بدلا من أن يحمل فقط الماء بعد المطر الشديد ، كان به ماء جارٍ على طول السنة .

وكان للوادي جوانب شديدة الانحدار . لقد كان ما يسميه العلماء وادياً بشكل الرقم ٧ . وتبين الصورة في صفحة ( ١٤ ) وادياً بشكل الرقم ٧ . هل ترى شكل الرقم ٧ الذي تكونه جدران الوادي ؟

لقد كبر المجرى حتى استحق أن يسمى نهراً ، واستمر ينحت طريقه في الأرض . ولكن جاء الوقت الذي كان قد نحت فيه إلى العمق الذي جعل قاعه لا يرتفع إلا قليلاً جداً فوق منسوب البحر لمسافة كيلومترات كثيرة خلف الشاطئ . لقد كان انحدار الوادي نحو البحر لطيفاً نوعاً . وكان النحت الذي قام به النهر آنئذ بالقرب من الشاطئ نحتاً جانبيّاً في معظمه ؛ إذ كان يميل نحو أحد جوانب الوادي هنا ، وإلى الجانب الآخر هناك ، في أقواس تسمى المنعطفات ، شاقاً طريقه تدريجياً في جدران الوادي إلى الخلف . وتكونت أرضية واسعة مسطحة تقريباً بين هذه الجدران . وعندما كان يسقط مطر كثير ، كان النهر يفيض غالباً ويطفح فوق ضفافه ، ثم تمتد مياهه فوق الأرضية المسطحة للوادي . وتسمى أرضية الوادي التي بهذا الشكل سهل فيضان .

وتعطي الصورة بالصفحة ( ١١ ) فكرة عن المنظر الذي يبدو فيه الوادي في ذلك الوقت . لاحظ سهل الفيضان الذي بجانب النهر .

ولما صار النهر أكبر منّا جعل سهل فيضانه أكثر اتساعاً وصارت منعطفاته أكبر . وذات مرة ، بعد أمطار غزيرة جداً ، انسابت المياه في النهر بسرعة أكبر من المعتاد حتى تمكن النهر من قطع أحد منحنياته وقوم نفسه قليلاً . أما المنحنى القديم فقد تحول إلى مستنقع أو بحيرة .

ومع نمو النهر صارت له أفرع أو روافد كثيرة ، يبدأ معظمها في هيئة خيران في جدران الوادي .

وصارت جدران الوادي أقل وأقل انحداراً مع تقدم النهر في العمر ، لقد أبلتها بالتدرج المياه الجارية فوق المنحدرات . وأخيراً أبلت النهر وأفرعه كل المنطقة حتى صارت منحدراته في كل مكان لطيفة نوعاً ، ولم يكن في أي مكان أعلى كثيراً من منسوب البحر .



يحكى الشكل المجسم الصغير في صفحة (١٧) قصة تشبه كثيراً تلك التي سمعتها حالا . ويوصف وادى النهر الممثل في الشكل الأول بأنه شاب ، والممثل في الشكل الثاني بأنه في منتصف العمر أو ناضج ، والممثل في الشكل الثالث بأنه كهل .

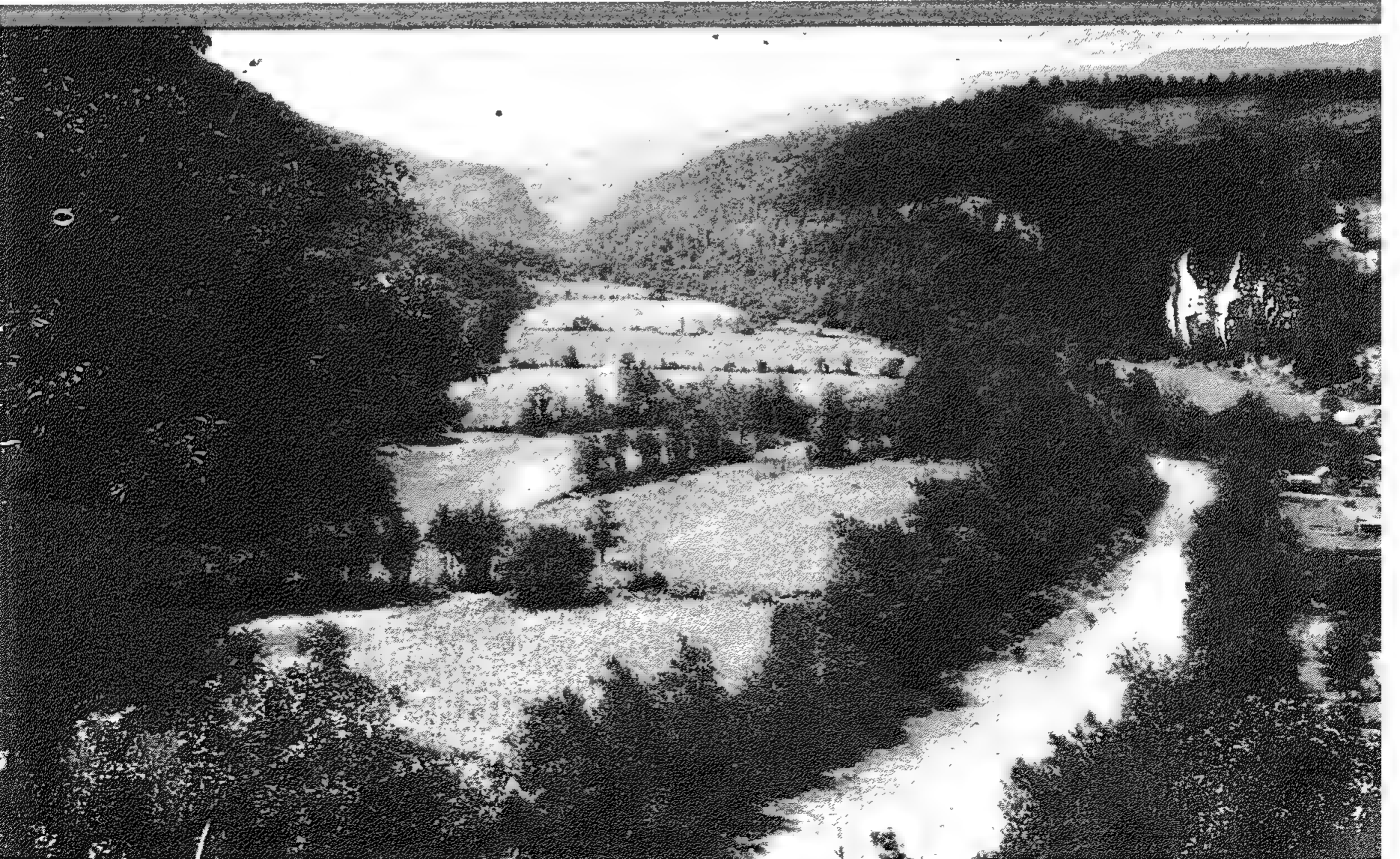
ولا يدلك القول إن وادى أحد الأنهار كهل ، وإن وادياً آخر شاب ، على عمر أى الواديين بالسنين . فالنهر الذى ينساب فوق تربة مفككة يمكن أن ينحت طريقه أسرع من نهر بنفس الحجم ينساب فوق صخر صلب ، وسيبلغ واديه الكهولة بسرعة أكبر .

وقد يكون وادى النهر كهلاً في أحد الأماكن ، وشاباً في مكان آخر . وكلما ذهبنا بعيداً عن فم النهر إلى الورا كان من المحتمل أن نلقى النهر أكثر شباباً .

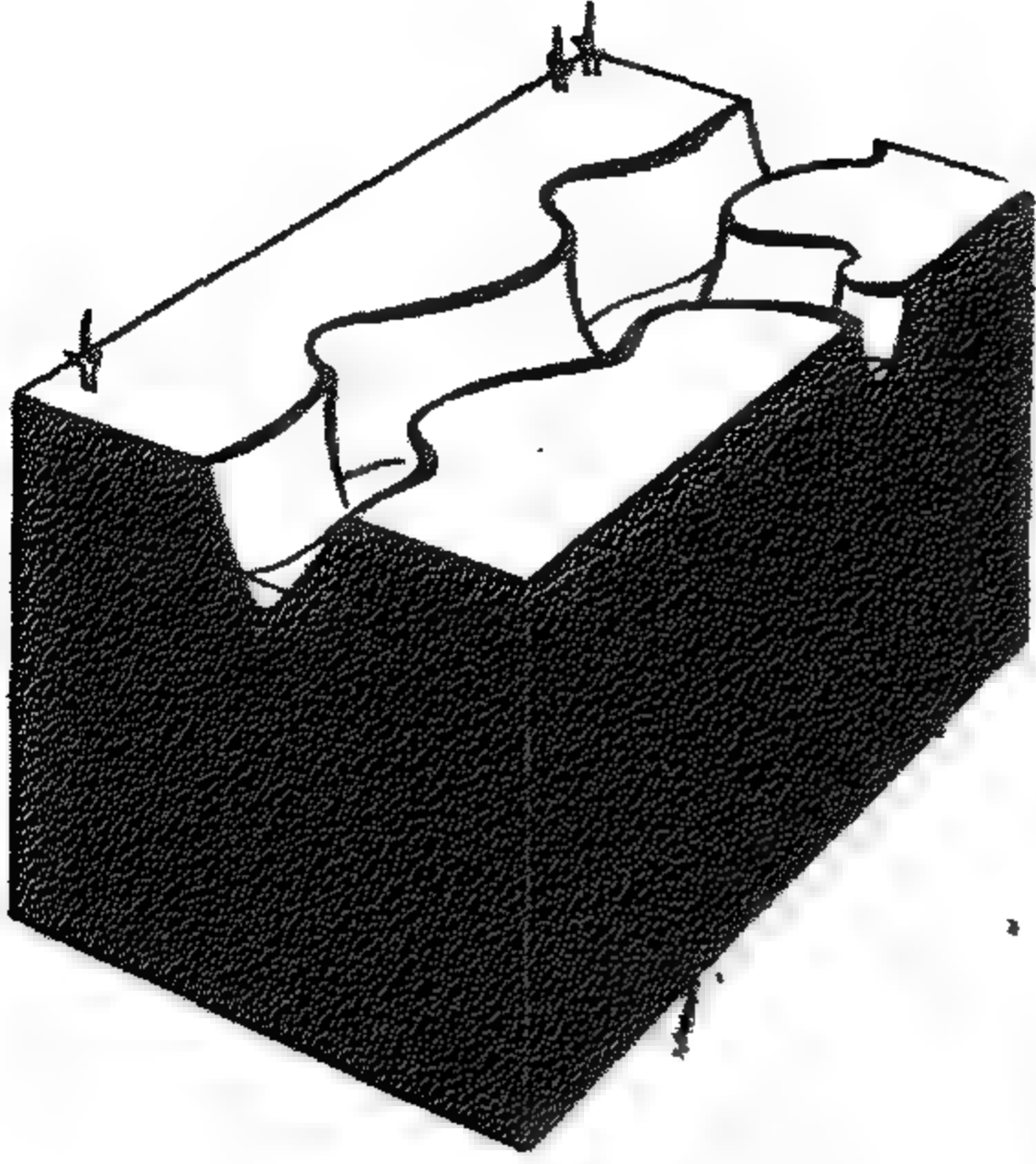
وبعض الأنهار لها بدايات مختلفة نوعاً عن تلك التي نبت بها . فمثلاً قد تفيض بحيرة جبلية فتبدأ نهرًا جديدًا . ولكن حتى لو بدأت الأنهار بطرق مختلفة فإن أطوار توارينها اللاحقة هي نفسها تقريباً .

وتنبي الأشكال في صفحة (١٧) عن التعرية التي يقوم بها نهر ما . ولكن هناك جزءاً آخر من القصة .

وكما تذكر من قصة الهوانجهو ، فإن النهر قد يسقط جانباً من حمولته على قاعه ، والنهر ينساب بالقرب من رأسه ( منبعه ) بسرعة أكبر من تلك التي ينساب بها بالقرب من

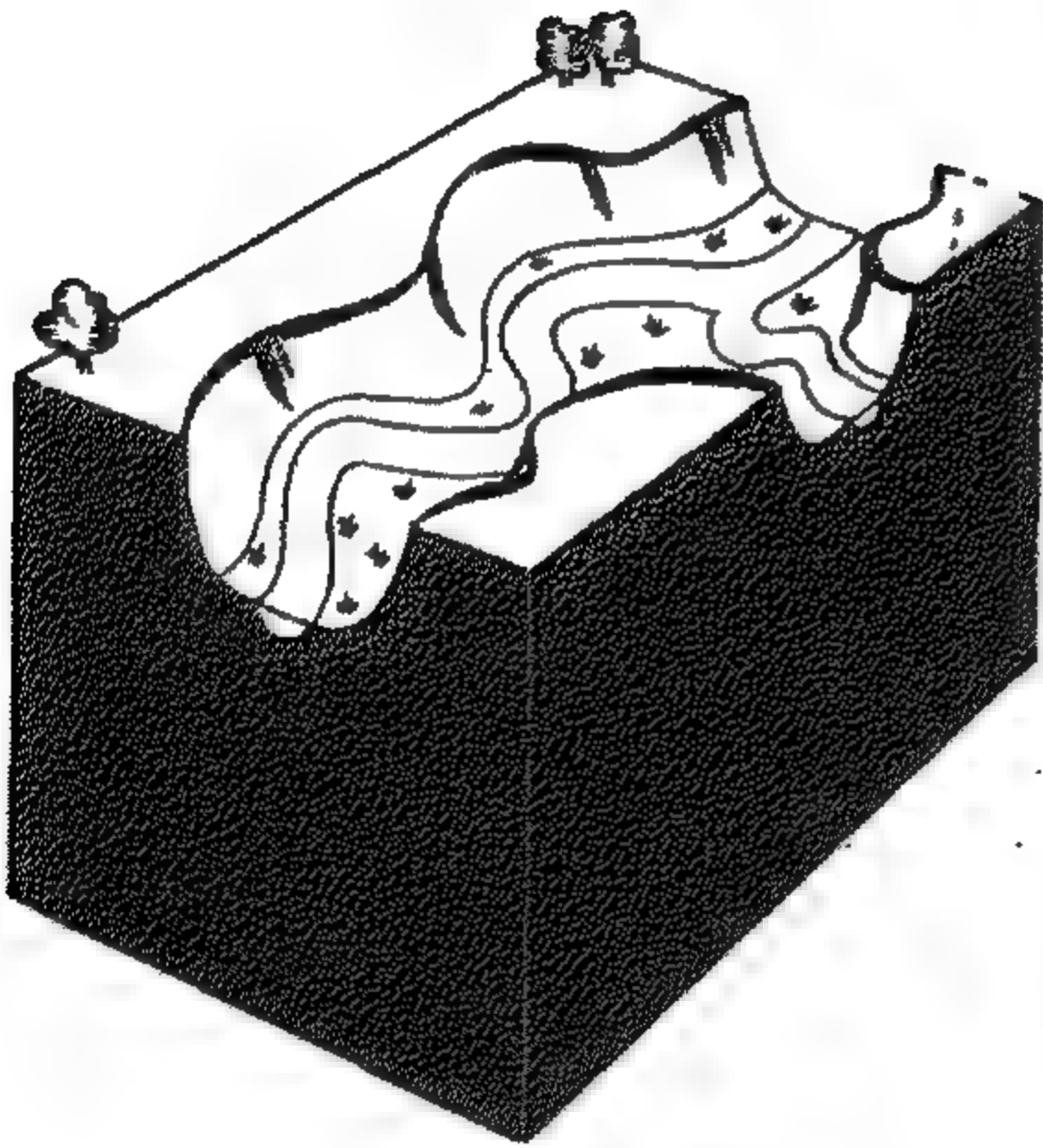






فه ، ذلك لأن المنحدر الذي يجري فوقه أشد وعورة في ناحية المنبع . وعندما تقلّ سرعة النهر فإنه لا يتمكن من حمل مخزور وتربة بكميات كبيرة ، وقد يسقط بعض حمولته فوق القاع .

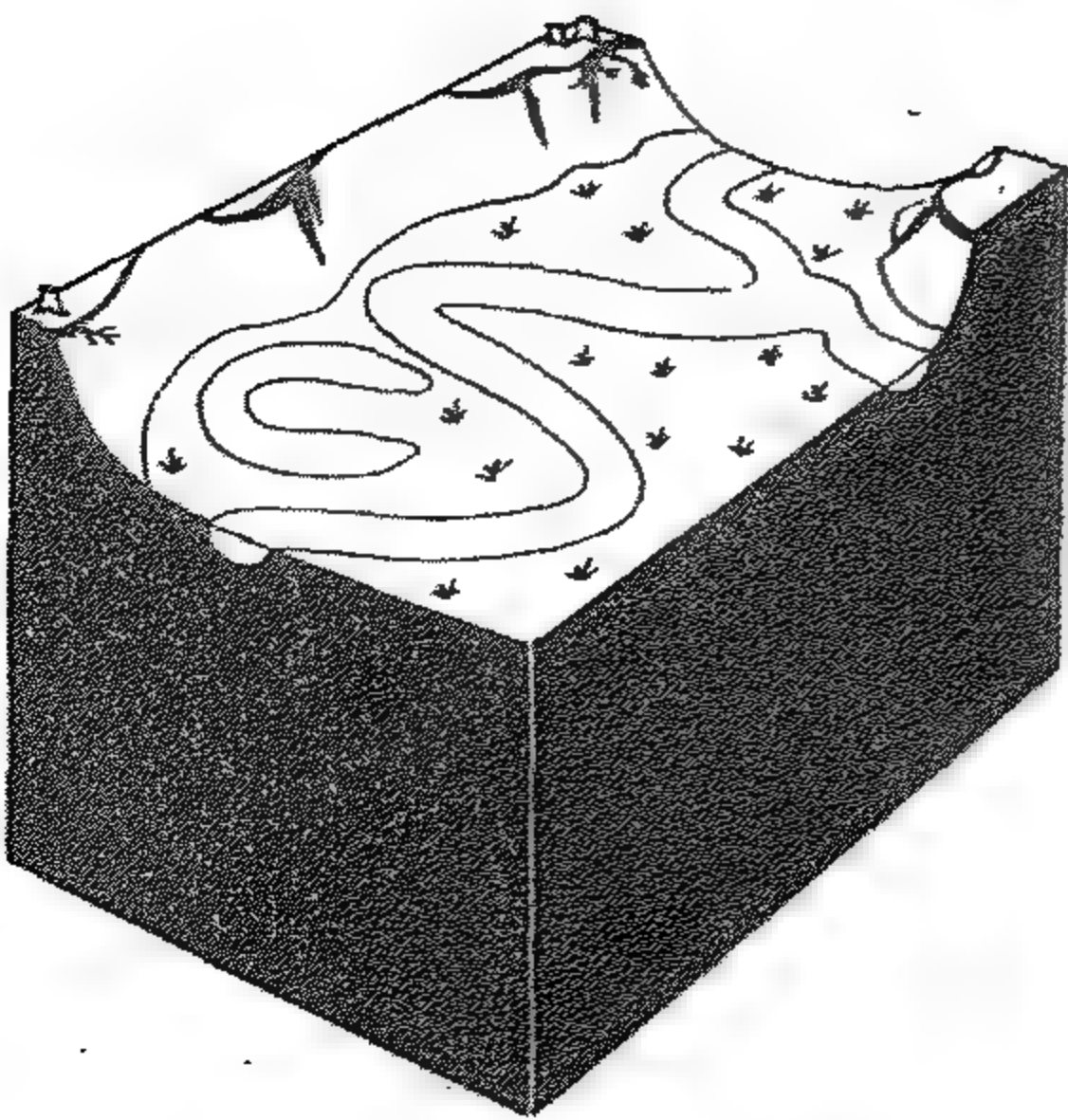
وفي أثناء الفيضانات ، يسقط النهر الذي له سهل فيضان ، جزءاً من حمولته فوق هذا السهل ، والمزارع التي بسهل الفيضان في نهراً قمينة أن تتج محصولا غزيراً ، وذلك لأن التربة الحديثة « الطازجة » التي ينقلها إليها النهر من وقت لآخر قد جعلتها غنية .



يصل الجانب الأكبر من المواد التي تحملها الأنهار إلى البحر ، وعندما تلاقى مياه النهر مياه البحر تنخفض سرعتها إلى الدرجة التي تحم إرساط حمولتها . إنها تلتقي بالرسبات الثقيلة أولاً - أي بالحصى - وتلتقي بالرمل بعيداً إلى الخارج ، وبالطين أبعد من ذلك ، وهذا يغوص إلى قاع البحر . وقد بنى قاع البحر فيعلو ليصير أرضاً جديدة ، وتسمى الأرض الجديدة التي تتكون عند فم النهر بالدلتا . وتوجد أكثر من مدينة كانت يوماً ما ساحلية عند فم النهر ، وهي الآن على بعد عدة كيلومترات داخل البر بسبب الدلتا التي بناها النهر فوق أرضية البحر .

وقد بنى المسيسيبي واحدة من أكبر دلتات العالم . ومنذ أزمنة طويلة كان المسيسيبي يجري في فراع من خليج المكسيك ، كان يصل في ناحية الشمال الغربي تقريباً إلى حيث يتصل نهر أوهايو بالمسيبي الآن . وبدأ المسيسيبي في بناء دلتا في تلك الفراع من الخليج .

وأخيراً امتلأت فراع الخليج تماماً بالمواد التي كان يلتقي بها المسيسيبي ، ظل المسيسيبي يجلب حمولته من الحصى والرمل والطين فيزداد نمو الدلتا التي امتدت إلى الخارج في الخليج . والصورة في صفحة ( ١٨ ) منظر جوي لمدينة





نيو أورليانز ، وهي مدينة كبيرة أقيمت على دلتا المسيسيبي . لاحظ أن الأرض المحيطة بها مستوية جداً . فليس من المحتمل أن توجد أية تلال في الدلتا .

ما زالت دلتا المسيسيبي تنمو ، إن كمية المواد التي ينقلها المسيسيبي إلى الخليج كل عام على درجة من الضخامة يصعب تصورها ، فهي تبلغ ٤٠٠,٠٠٠,٠٠٠ طن في السنة ، ومعظم هذه المواد ترسب ثم تلتقطها المياه ثانية عدة مرات قبل أن تصل إلى نهاية رحلتها . تدفع قوة المياه المناسبة في الجداول والأنهار كل المواد التي تدخل في بناء الدلتات وتنقل المياه الجارية المواد الصخرية بطريقة أخرى ، إنها تحملها في الحالة الذائبة . فالملح وكربونات الكلسيوم « الجير » الذي يتكون منه الحجر الجيري ، مادتان تحملهما الأنهار بهذه الطريقة . هذه المواد لا ترسب عندما تصل مياه النهر إلى البحر ، ولكنها تتخلف عندما تتبخر مياه المحيطات لتسقط أمطاراً . وهكذا تصير مياه المحيط أكثر وأكثر ملوحة ، ويمكن أن تصير مشبعة أكثر وأكثر بالجير لولا وجود البلايين العديدة من الحيوانات البحرية التي تستعمل الجير من المياه لتبني به أصدافها .

والآن وقد عرفت شيئاً عن عمل الأنهار ، ألا ترى أنها تبني الأرض اليابسة ، كما أنها تهدمها أيضاً ؟ ألا ترى أنها تحارب هنا في صف البر ، وهناك في صف البحر في المعركة الخالدة بينهما ؟ .





## المياه تحت الأرض

إن بعض الماء الذى يسقط من السحب يغوص - كما قلنا لك سابقاً - داخل الأرض . ويسمى هذا الماء غالباً بالماء الجوفى .

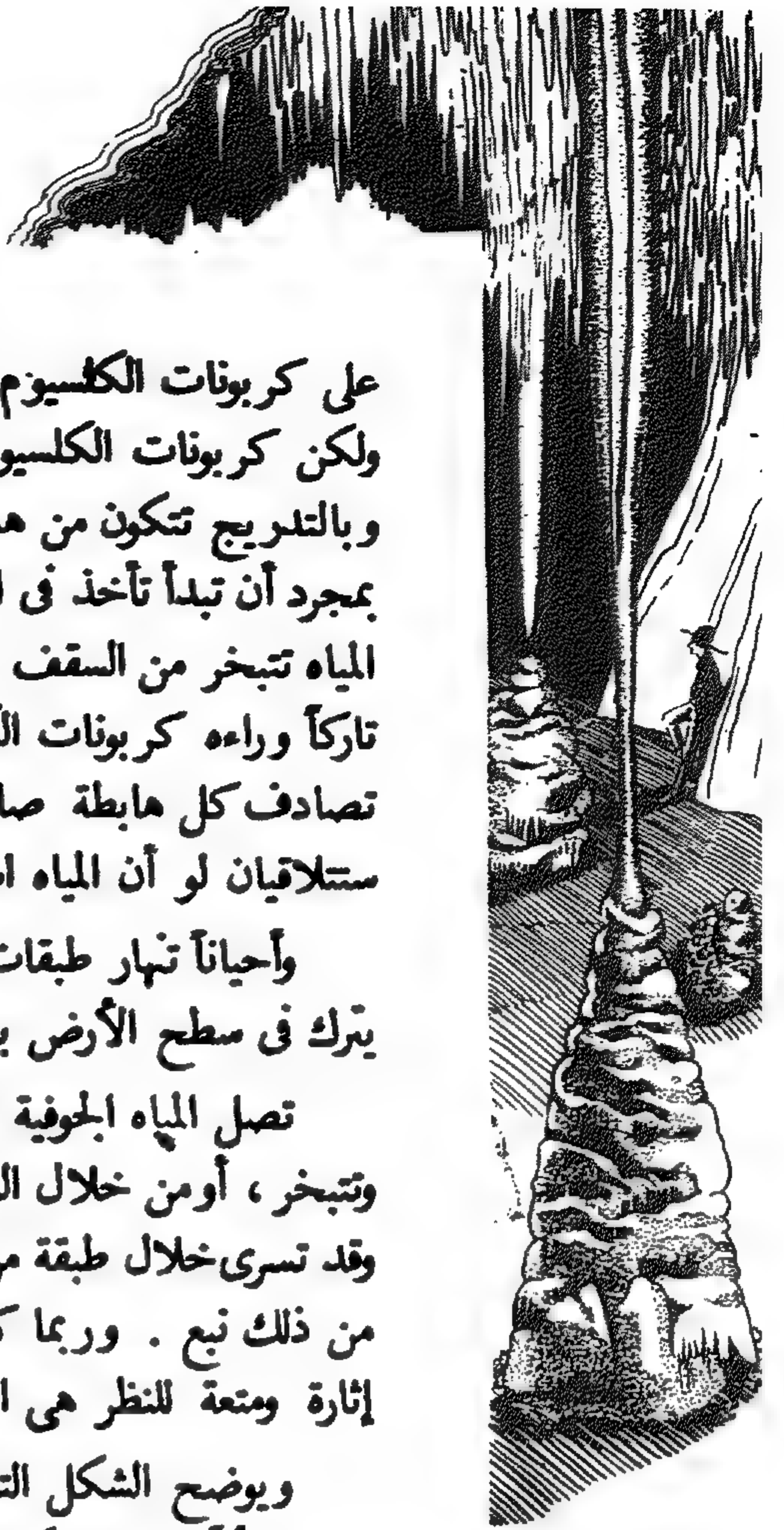
من السهل أن نفهم كيف يغوص المطر داخل التربة ، فهناك دائماً فراغات بين جسيمات التربة . ولكن لا يمكن أن نفهم بنفس السهولة كيف يتسرب الماء إلى داخل الصخر المتماسك تحت التربة ، والذي يعرف بصخر الأساس . إن الصخور ، على أى حال مسامية ؛ أى إنها تحتوى على ثقب دقيقة . وزيادة على ذلك فإن صخر الأساس به شقوق يمكن للماء أن يغوص خلالها . ومن بين الصخور التى يمكن للماء أن يغوص فيها بمنتهى السهولة ، الحجر الرملى والحجر الجيرى .

إن الماء الذى يغوص بعيداً فى الأرض لا يمكن أن يتحرك دون حركة . إنه يتحرك هنا وهناك كما يتحرك الماء الذى فوق السطح . وهو كقاعدة لا يتحرك بنفس السرعة ، ولكنه يتحرك على أى حال ، وفى أثناء حركته يلعب دوره فى الحرب الدائرة بين البر والبحر . لقد رأيت كيف أن المياه السطحية تحمل حمولتها بطريقتين مختلفتين : بدفع الجسيمات أمامها ، وبحمل المواد فى هيئة المحلول . إن المياه التى تتسرب خلال ثقب الصخور تحت الأرض يمكنها أن تحمل المواد بالطريقة الثانية فقط .

والمياه الجوفية ، مثل المياه السطحية ، لا يمكن أن تذيب إلا قدرًا ضئيلاً جداً من المواد الصخرية إذا كانت فى الحالة النقية . ولكن المياه الجوفية لا تكاد تكون نقية أبداً . وهى قديمة أن تكون قد أذابت بها مواد تساعد على إذابة بعض المواد الصخرية . ويوضح الشكل التخطيطى بصفحة (٢٠) جزءاً من داخل كهف صنعته المياه الجوفية . إنه فى طبقة سميكة من الحجر الجيرى . لقد أذابت المياه الجوفية الحجر الجيرى الذى كان هنا يوماً ما وأزالت معظمه . إن تلك الأشياء الغريبة التى تشبه « جبال الجليد » ، وتلك الرواسب التى على أرضية الكهف ، قد تكونت بفعل المياه الجوفية . وتسمى تلك التى تتلى من أعلى بالهوابط (stalactites) ، وتلك التى تصعد من الأرضية بالصواعد (stalagmites) . لاحظ أن إحدى الصواعد فى الصورة قد اتصلت بواحدة من الهوابط .

إن المياه التى تكون الهوابط والصواعد فى أحد الكهوف ترشح خلال سقفه وهى تحتوى





على كربونات الكلسيوم . وبعض هذه المياه تتبخر عندما تصل إلى الهواء الطلق ، ولكن كربونات الكلسيوم لا يمكن أن تتبخر ، ولذلك فهي تتخلف في مكانها . وبالتدريج تتكون من هذا المعدن تلك الأشياء التي تشبه « جبال الجليد » . وهي بمجرد أن تبدأ تأخذ في النمو كما تنمو جبال الجليد الحقيقية تماماً . ولكن ليست كل المياه تتبخر من السقف ، فبعضها يتساقط على الأرضية ، وبعضها يتبخر بدوره تاركاً وراءه كربونات الكلسيوم . وهكذا تنمو الصواعد من الأرضية . ويغلب أن تصادف كل هابطة صاعدة تحتها ، ويكاد لا يكون هناك شك في أن الاثنتين ستلاقيان لو أن المياه استمرت ترشح خلال سقف الكهف .

وأحياناً تنهار طبقات الصخر والتربة فوق أحد الكهوف ، ويسمى الثقب الذي يترك في سطح الأرض بعد هذا الانهيار بالبالوعة .

تصل المياه الجوفية غالباً إلى السطح . وقد ترشح إلى أعلى من خلال التربة وتتبخر ، أو من خلال النباتات وتتبخر من أوراقها ، أو تصعد إلى السطح في الآبار . وقد تسري خلال طبقة من الصخر المسامي حتى تصادف هذه الطبقة السطح فيتكون من ذلك نبع . وربما كانت أكثر الكيفيات التي تنبثق بها المياه الجوفية إلى السطح إثارة ومتعة للنظر هي الفوارات والينابيع الحارة .

ويوضح الشكل التخطيطي في صفحة (٢١) منظرًا لفوارة . ولا توجد فوارة تبدو دائماً بهذا الشكل ؛ إذ لا توجد فوارة في حالة ثوران مستمر . ولو أنك استكشفت الفوارة التي في الصورة أو أية فوارة أخرى فستجد بها « أنبوبة » ضيقة متعرجة مليئة بالماء تؤدي في أسفلها إلى صخر حار جداً ليس يبعد من السطح . وتخرج الأنبوبة هام ؛ إذ أنه هو السبب في ثوران الفوارة .

يحدث الثوران بالطريقة الآتية :

عندما يسخن الماء الذي عند قاع الأنبوبة فإنه يتمدد . ولو أن الأنبوبة مستقيمة ومتسعة فإن الماء الذي في أعلاها ، والأكثر برودة وكثافة ، قد يهبط ويدفع الماء الأخف الأكثر دفئاً إلى أعلى . ولكن حيث إن الأنبوبة ضيقة ومتعرجة فإن الماء البارد لا يتمكن من الهبوط بسهولة . ويبدأ بعض الماء في أعماق الأنبوبة في الغليان . إن البخار الذي يتصاعد من ماء يغلي في وعاء مكشوف يشغل حيزاً يساوي ١٦٠٠ ضعف من الحيز الذي يشغله هذا الماء تقريباً . ولو أن ماءً سخن إلى درجة الغليان في زجاجة متعرجة لأطاح بالسدادة في





الهواء . وبمجرد تكون أولى فقاعات البخار في الأنبوبة الفوارة فإنها تدفع الماء فيها فينسكب بعضه إلى الخارج . وحيث إن الماء الذي عند قاع الأنبوبة قد خف ضغط الماء فوقه فإنه يبدأ في الغليان بسرعة كبيرة ، ويقذف البخار الماء الذي فوقه عالياً في الهواء . وبعد أن تثور الفوارة مرة فإنها لا تثور ثانية حتى تمتلئ أنبوتها مرة أخرى بالماء . ويتحول بعض الماء الذي تحت السطح مرة أخرى إلى بخار .

وتشبه الينابيع الحارة الفوارات شبيهاً كبيراً ، إلا أنها تتدفق بثبات . وهي ليس لها عنق متعرج لتحجز فيه المياه . وأحياناً تتكون شرفات جميلة حول الينابيع الحارة من المعادن التي في مياه الينابيع .

لقد رأيت الآن أن المياه الجوفية تلعب دورها في الحرب الدائرة بين البر والبحر ؛ فهي تساعد على تمزيق الأرض وتفتيتها هنا وتعمل على تعلية السطح هناك .

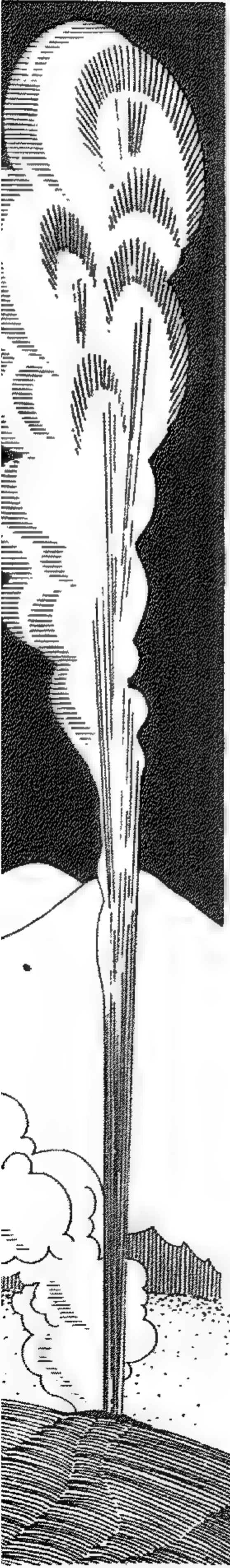
## الرياح والأمواج

كلنا نعرف أن الريح يمكنها أن تثير الرمل والغبار . وفي بعض الأحيان تهب عواصف كبيرة من الرمل والغبار في المناطق الشديدة الجفاف . إن الرمل أو الغبار الذي تذرره الرياح من أحد الأماكن لا بد أن يسقط بالطبع في مكان آخر . وربما تكون قد رأيت صوراً لقرى صينية تبين ساحة بالقرية غائرة بعيداً تحت الأرض ، وكهولاً محفورة في جدران القذارة المحيطة بالساحة . إن التربة التي تقوم عليها تلك القرى الصينية هي تربة جاءت بها الرياح .

وتسمى هذه التربة باللوس أو الطينيس . يتركب الرمل غالباً في هيئة تلال تسمى الكثبان ، وتبين الصورة في صفحة (٢٢) بعض تلك الكثبان الغريبة الهلالية الشكل في صحراء بيرو .

وكثبان الرمل تتحرك إلا إذا قيدتها في أماكنها النباتات التي تنمو عليها . والرياح تذرر الرمال إلى أعلى أحد جانبي الكثيب ، ثم فوق قمته . وهكذا يزحف الكثيب بأكمله في ببطء ، وتهاجر كثبان بيرو الهلالية عبر الصحراء وأطرافها دائماً إلى الأمام . وقد تظمر الكثبان المتحركة الغابات والمزارع وحتى القرى أيضاً .

ولكن تحرك الجسيمات الصخرية الممثلة - أو الذائبة - « السائبة » من مكان لآخر ليس إلا إحدى الطرق التي تغير بها الرياح سطح الأرض . فالرياح تبلى الصخور الصلبة





أيضاً . وبالإضافة إلى ذلك فهي تثير الأمواج في البحيرات والمحيطات وتولد التيارات التي تحدث التغيرات في خطوط الشواطئ .

لا يتيسر للرياح التي تهب فوق الأسطح العارية للصخور الصلبة إيلاء الكثير منها إلا إذا كانت لديها الأسلحة التي تعمل بها . ولكن إذا ما تزودت الرياح بالرمل لتحارب به فإنها تتمكن ، كما رأينا في حالة المياه ، من إيلاء الصخور الصلبة بسرعة لا بأس بها .

وتبين صورة الغلاف لهذا الكتاب مضموراً نحتها الرياح .

يمكن أن تنشأ بعض الحركة في مياه البحيرات والمحيطات حتى ولو لم تكن هناك رياح . فالقمر - كما تعرف في أغلب الظن - يسبب المد والجزر في المحيطات ، وإلى حد بسيط في البحيرات . وكذلك فإن تدفق الأنهار في البحيرات والبحار يسبب بعض الحركة في مياهها . وتسبب الزلازل غالباً أمواجاً ضخمة . ولكن لولا وجود الرياح لكانت حركة المياه في البحيرات والبحار أقل كثيراً مما هي عليه الآن .

وفي بعض الأماكن تنحت الأمواج في الشواطئ . وعندما تقذف الأمواج الشاطئ ليس بالمياه فحسب ، ولكن بكميات من الرمل والجرول ، فحتى لو كان الشاطئ صخرياً فإنه يتداعى بالتدريج . وتبين الصورة في صفحة ( ٨ ) شاطئاً يبلى ويتراجع بفعل الأمواج . ويحدث الكثير من بلى الأجراف على طول الشواطئ من عملية النحت السفلى ، أي إن الأمواج تبلى قاعدة الجرف فتساقط الصخور من أعلى في المياه .

وتجد معظم الصخور والتربة التي تبليها الأمواج ، طريقها إلى قاع البحر بعيداً عن الشاطئ . ولكن بعضها تسقطه الأمواج والتيارات الشاطئية فتبنى به أرضاً جديدة على طول الشاطئ . والشاطئ الواسع المبين في الصورة بفصحة ( ٢٣ ) قد بنته الأمواج والتيارات الشاطئية . وكلما رأيت شاطئاً واسعاً كذلك الذي بالصورة ، يمكنك أن تقول لنفسك : « هنا كسب اليابس المعركة » . وعندما ترى شاطئاً كذلك الذي بالصورة في صفحة ( ٨ ) يمكنك أن تقول لنفسك : « ولكن البحر هنا هو الكاسب »







## حقول وأنهار الجليد

تبين الصورة في صفحة (٢٤) نهراً من الجليد هابطاً في أحد الأودية من حقل جليدي بالقرب من قمة أحد الجبال . يسمى مثل هذا النهر من الجليد مثلجة وادية . إن قصة كل مثالج الوديان هي نفسها دائماً . وهي تبدأ بسقوط الثلج فوق الجبال . وفي معظم الأماكن ينصهر الثلج الذي يسقط على الأرض سريعاً . ولكن قد يسقط من الثلج فوق الجبال في الشتاء أكثر مما يمكن أن ينصهر في الصيف . وبذلك تكون حقول سميكة من الثلج في الحفر وعلى المنحدرات اللطيفة . وبالتدريج تتحول هذه الحقول الثلجية إلى حقول من الجليد . ينصهر الثلج الذي على السطح وتغوص المياه بداخل الثلج السفلي حيث تتجمد فيما بعد ، وتساعد على تحول حقول الثلج إلى حقول من الجليد . وعندما يزداد حقل الجليد فوق أحد الجبال ممكناً يبدأ الجليد الذي عند قاع الحقل في الحركة نحو الخارج ، لأنه يعصر تحت ثقل الجليد الذي فوقه . إنه يعصر إلى الخارج بنفس الطريقة التي يمكن أن تعصر بها قطعة من طين النماذج لو أنك ظلت تكوم قطعاً أخرى من الطين فوقها . وقد يتحرك بعض الجليد إلى الخارج في هيئة مثلجة وادية ، تماماً كما تنطلق المياه من بحيرة جبلية في هيئة جدول جبلي .

وربما تكون قد رأيت مزالق الثلج أو الانهيارات الثلجية أو سمعت بها . ولا ينبغي أن تفكر في أن مثالج الأودية تشبه على الإطلاق الانهيارات الثلجية . ففي الانهيار الثلجي تفلت كتلة من الثلج من المنحدر الذي كانت مستقرة عليه ثم تتزلق فوقه بسرعة كبيرة . أما المثلجة ، على أي حال ، فهي لا تفلت من حقل الجليد الذي تبدأ منه . وإلى جانب ذلك فهي تتحرك ببطء شديد . وكثير من المثالج لا يتحرك إلا بضعة سنتيمترات في اليوم . والمثلجة لا تتزلق فوق بطن الوادي ، ولكن بدلاً من ذلك فإن حافتها تدفع ببطء إلى أسفل .





يندر أن يكون أحد الأودية مستقيماً ، كما أن أرضيته لا تكون ملساء تماماً أبداً . وعندما تتحرك الثلجة مع انحدار الوادى ، فإنها تلف في العادة وتلتوى وتمر فوق نتوءات الصخور التي تعترض طريقها . وتسبب هذه الحركات ظهور شقوق ضخمة في الثلجة . وتسمى هذه الشقوق بالفرج . ودراسة المثالج لاستكشافها عملية خطيرة بسبب هذه الفرج أساساً . ومع تقدم الثلجة يلتصق كثير من الحصى الذي تتحرك فوقه في سطحها الأسفل . وعندئذ تشبه الثلجة قطعة هائلة من ورق الصنفرة ، إنها تبلى الصخور التي تمر فوقها تماماً كما يبلى ورق الصنفرة الخشب .

ولكن الثلجة تعمل أيضاً كمحراث . إنها تدفع أمامها كثيراً من التربة السائبة فوق أرضية الوادى . وهي تقتلع الأشجار من جوانب الوادى وتجرف الصخور المفككة هناك أيضاً . وتتخذ الوديان الشابة التي تتحرك فيها المثالج شكل الحرف الأفرنجى U بدلا من شكل الرقم ٧ .

وتوضح الصورة في صفحة (٢٥) ذراعاً ضيقة من البحر من ذلك النوع الذي يسمى فيورد . لقد كان هذا الفيورد يوماً ما وادياً لأحد الأنهار ، وعمقته إحدى المثالج التي كانت تتحرك فيه حتى صار تحت منسوب البحر قريباً من الشاطئ . والآن بعد أن انصهرت الثلجة وتلاشت ، صار الوادى ذراعاً من البحر .



وقد تحمل الثلجة أيضاً مواد صخرية فوق سطحها . ويغلب أن تتجمع التربة وحتى الجلاميد الكبيرة على سطح الثلجة . وقد تتجمع على سطح الثلجة التي تتحرك ببطء كميات كبيرة من التربة تسمح للأشجار بالنمو عليها . وهناك مثلجة في آلاسكا كانت تنمو عليها غابة لمدة سنين وكانت تحمل هذه الغابة إلى البحر .

إذا وصل نهر من الجليد إلى البحر فإن كتلا عظيمة من الجليد تنقطع من نهايته وتصير ما يسمى بجبال الجليد . ولكن كثيراً من المثالج لا تبلغ البحر أبداً . وإذا ما وصلت نهاية الثلجة إلى مستويات أكثر انخفاضاً ومناطق أكثر دفئاً ، فإن الجليد قد ينصهر متراجعاً بنفس السرعة التي يدفع بها إلى الأمام . وبالطبع لو أن انصهار الثلجة وتراجعها كانا أسرع من دفعها إلى الأمام فإنها ستختفي مع الوقت .

وتسمى أكوام أو طبقات المواد الصخرية التي تحملها الثلجة أو تدفعها أمامها والتي تتركها وراءها إذا ما انصهرت بركام المثالج .

ليست كل المثالج موجودة في وديان ، ففي المناطق القريبة من القطب الشمالي والقطب الجنوبي توجد مثالج عظيمة تمتد فوق مساحات شاسعة من البر . ومعظم جرينلاند مثلاً تغطيه مثلجة واحدة . ومثل هذه المثالج تسمى أغطية الجليد .

إن مثلجة جرينلاند العظيمة هي ما تبقى من أغطية الجليد الشاسعة التي كانت في يوم من الأيام تغطي ما هو الآن كندا ، والجزء الأكبر من شمال ما هو الآن الولايات المتحدة . ويسمى الوقت الذي كان فيه معظم أمريكا الشمالية مغطى بالمثالج بعصر الجليد العظيم .





لقد أتت مثالج عصر الجليد العظيم بكميات هائلة من التربة من الشمال وتركها فوق ما هو الآن الولايات المتحدة . إن ما نعرفه عن هذه الأغطية الجليدية العظيمة مستمد أساساً من ركام المثالج الذي تركته بعد انصهارها . وتوجد بين هذا الركام جلاميد ضخمة جلبت من أقصى الشمال . إن الجلاميد الكبيرة لا يمكن أن تنقل مسافات طويلة بأية طريقة طبيعية إلا بواسطة الجليد . لقد عملت أغطية الجليد في أثناء العصر الجليدي العظيم على تنعيم أعالي التلال التي مرت عليها . وتركت خلوشاً ضخمة على الصخور العارية التي تحركت فوقها . وهأتنا ترى أنها قد أحدثت تغيرات ضخمة في سطح الأرض . وتحدث المثالج الحالية تغيرات مماثلة ، ولكنها أقل أهمية ، لأن مثالج الوقت الحاضر لا تغطي من الدنيا إلا جزءاً يقل كثيراً عن ذلك الذي كانت تغطيه مثالج عصر الجليد العظيم .

إن المثالج تكوّن الركام الجليدي ، ولكنها على العموم تساعد البحر في معركته ضد البر . إنها تحمل بعض المواد الصخرية إلى البحر إذا ما بلغت ، أما إذا لم تبلغه فإنها تساعد بطحن الصخور حتى يمكن للرياح والمياه الجارية أن تحملها إليه .

### البراكين

لقد رأيت في قصة كراكاتوا كيف أن ثوراناً بركانياً قد يساعد البحر في كسب المعركة . فأتت تذكر أن الجزيرة قد نصف نصفها . ولكن الثوران البركاني يبنى في كثير من الأحوال أرضاً جديدة ، أو يعلى أرضاً قديمة .

إن قصة جزيرة بوجسلفوف هي عكس قصة كراكاتوا تماماً . فنجد حوالي ١٥٠ سنة لاحظ سكان ألاسكا ، إحدى جزر البحر الذي يفصل بين ألاسكا وشمال آسيا ، ضباباً فوق المياه يبعد حوالي ٦٤ كيلومتراً إلى الغرب من جزيرتهم . وهذا الضباب لم يختف حتى في الأيام المضيئة المشمسة . وأخيراً قرر أحد السكان أن يذهب ويكشف أمر الضباب . وقد رجع مرتاعاً ، وقال إن البحر في منطقة الضباب يغلي ، وإن الضباب كان ينشأ من البخار الذي يتصاعد فوق الماء الذي في حالة الغليان .

وبعد ذلك بأسابيع قليلة سمع سكان ألاسكا انفجارات مروعة تأتي من منطقة الضباب وهزت الزلازل جزيرتهم وهطل الجمر والرمد أمطاراً . وكما يمكنك أن تخمن فقد وقع انفجار بركاني . ولما سكن مطر الجمر والرمد أمكن للسكان



أن يروا جزيرة جديدة ، كانت على شكل المخروط . وكانت الحمم والرماد ما زالت تتدلع من قمة المخروط . لقد أقام هذا الثوران البركاني ، كما ترى ، أرضاً جديدة . ومميت الجزيرة الجديدة جزيرة بوجسولوف .

كيف يحدث الثوران البركاني ؟ اعتاد الناس أن يفكروا أن باطن الأرض كله مخور سائلة حارة . وصار الصخر الصلب الذي عند السطح يسمى بالقشرة الأرضية ، رغم أن العلماء الآن متأكدون تماماً أن القشرة ليست طافية فوق بحر من الصخور السائلة الحارة . ولكن توجد في بعض الأماكن جيوب من الصخور السائلة الحارة ، ويسمى العلماء تلك الصخور بالمحما أو الصهارة . وهذه الجيوب ليست بعيدة جداً تحت السطح . ولو أن الصخر الصلب فوق أحد جيوب الصهارة تشقق أو ضعف بطريقة أو أخرى ، فإن الصهارة قد تندفع إلى أعلى من خلاله . ويسبب اندفاع الصهارة إلى السطح ثوراناً بركانياً . وقد تدفع الصهارة إلى أعلى بفعل وزن الصخر الصلب الذي فوقها أساساً . وفي أغلب الأحوال ، على أي حال ، يتكون الغاز في جيب الصهارة فيساعد على دفعها إلى أعلى . والغالب أن يكون هذا الغاز خليطاً من عدة غازات . ومن بين هذه الغازات بخار الماء الذي يتكون من المياه الجوفية التي تغوص خلال الصخور حتى تصل إلى جيب الصهارة .

إن بعض الثورات البركانية لا تكون شديدة كغيرها . والحمم ، وهو الاسم الذي نطلقه على الصخور السائلة الحارة التي تتدلع فوق سطح الأرض ، قد تتدفق بهلوه من الفتحة التي تؤدي إلى جوف الصهارة . وإذا كانت الصهارة الصاعدة في حلق البركان رقيقة فإن الغاز الذي يتكون يتمكن من الإفلات إلى السطح بسهولة نوعاً . ولكن إذا كانت الصهارة غليظة فيحتمل أن يدفع الغاز بعضها عالياً في الهواء ، مسبباً انفجاراً شديداً جداً .

تتجمد الحمم ، إن عاجلاً أو آجلاً ، مكونة صخوراً صلبة . وهي إذا دفعت عالياً في الهواء فستتصلب هناك ، إما في هيئة جسيمات دقيقة جداً تسمى الرماد البركاني ، وإما في هيئة قطع أكبر تسمى الجمر البركاني .

لقد اعتدنا أن نفكر في البراكين على أنها جبال . ولكنك قد عرفت بعض الشيء عن النشاط البركاني ، قد تتساءل : لماذا تتبع الصخور السائلة الحارة التي تأتي من تحت الأرض طريقاً طويلاً إلى قمة أحد الجبال ، بدلاً من أن تأخذ طريقاً أقصر كثيراً إلى السطح فوق أرض مستوية أو في





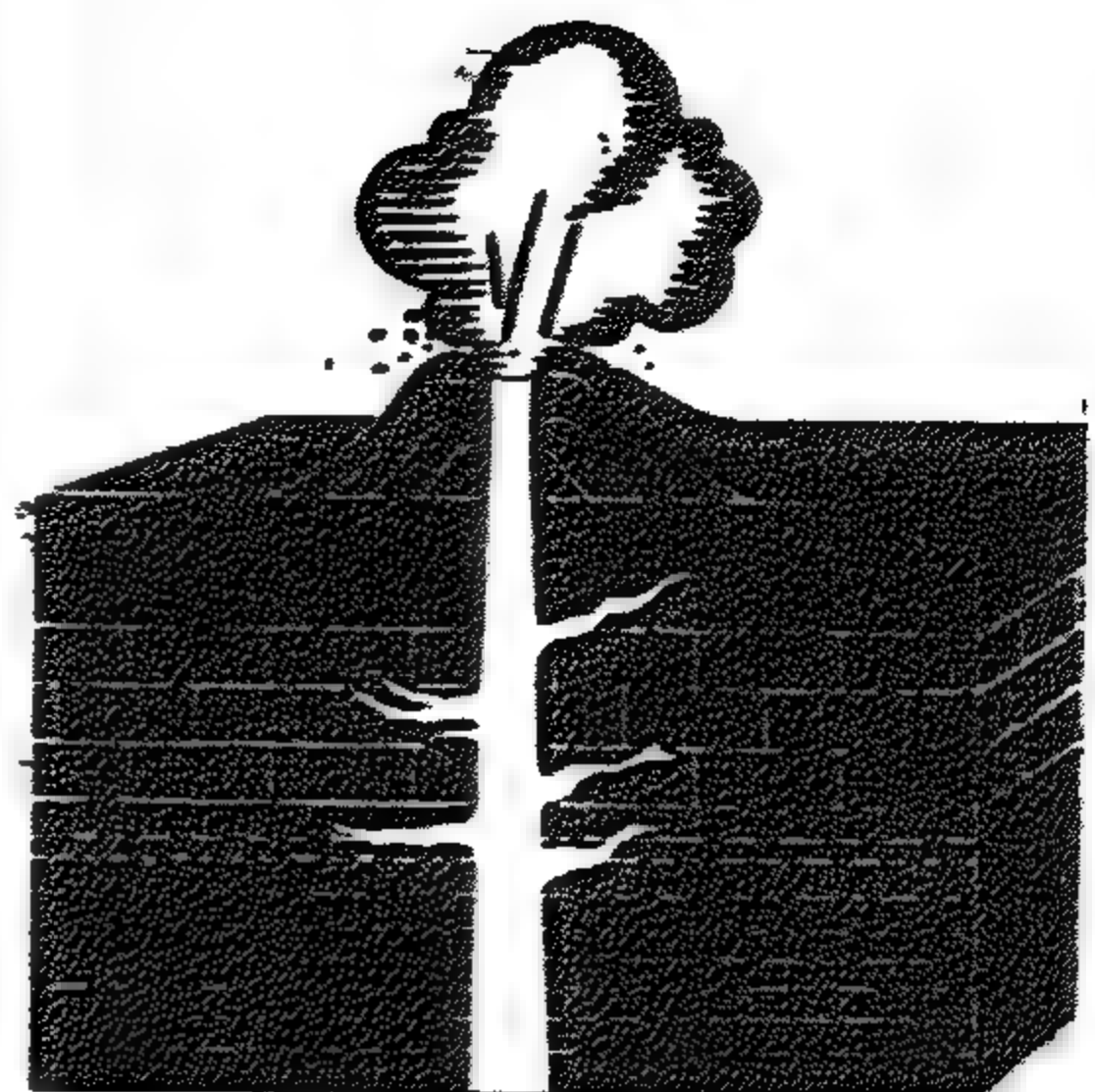
أحد الوديان ؟ متساعلك الأشكال الموضحة في هذه الصفحة على فهم ذلك . متساعلك على أن ترى كيف أن البركان نفسه يبنى الجبل .

في أول الأمر تصل الصخور السائلة الحارة إلى السطح ، ليس عند قمة جبل ، ولكن في بعض السهول أو الأودية . وقد تتدلع الحمم إلى الخارج ، وإذا حدث هذا فإنها تتلفق إلى مسافة قصيرة قبل أن تتصلب وتصبح صخراً صلباً . وإذا قلقت الحمم عالياً في الهواء فإن الرماد والحمم يسقطان منها قريباً من الفتحة التي تؤدي إلى جيب الصخور الحارة . وهكذا يبنى جبل بالتلويج حول الفتحة .

ينبغي أن تكون قد فهمت الآن كيف تكونت جزيرة بوجسولوف ، ويمكنك أن تجعل مجموعة الأشكال في هذه الصفحة تحكي قصة جزيرة بوجسولوف لو أنك رسمت المحيط في كل شكل منها : في الشكل الأول سيكون منسوب البحر أعلى كثيراً من قمة البركان . وسيكون فوقه بقليل فقط في الشكل الثاني . وستكون قمة البركان فوق سطح الماء في الشكل الثالث .

إن جزيرة بوجسولوف - كما فهمت - هي قمة بركان تماماً كجزيرة كراكاتوا . وقد كان من الممكن للثوران الذي نسب كراكاتوا أن يجعلها أكبر وأعلى لو أن الغاز المحجوز في الصهارة أمكن أن يفلت بسهولة ، ولكنه لم يتمكن من ذلك لبعض الأسباب ، وفي اقتحامه لطريقه بالقوة نسب نصف قمة البركان .

هناك جزائر أخرى كثيرة عبارة عن قمم براكين ، فجزائر هاواي مثلاً جزائر بركانية . وعند قمة البركان نفسها يوجد انخفاض في شكل طبق القنجان يسمى القوهمة . وفي فوهات بعض البراكين توجد دائماً حمم حامية تغلي . ومن ناحية أخرى توجد بعض البراكين التي





لا تنفجر إلا نادراً . ويسمى البركان الذى ظل هادئاً لمدة طويلة - للدرجة أن أحداً لا يتوقع ثورانه ثانية - بـ « البركان الميت » أو الخامد . ولكن البراكين الخاملة لا يمكن أن يعتمد على أنها ستبقى خامدة . وقد كان بعض الانفجارات التى تعتبر من أفظع ما حدث فى العالم انفجارات براكين كان يعتقد أنها خامدة .

وتوضح الخريطة التى بداخل الغلاف أماكن وجود معظم البراكين النشطة فى الوقت الحاضر . لقد كان هناك نشاط بركانى فى كثير من العصور المختلفة لتاريخ الأرض أكثر كثيراً عما هو موجود الآن . وفى بعض تلك العصور لم تكن الحمم تندلع فقط من قمم البراكين ، ولكن من شقوق عظيمة أيضاً بلغت أطوالها كيلومترات عديدة . وقد رفعت أجزاء من أوريغون وايداهو عالياً فوق منسوب البحر بسبب مثل هذه الفيضانات من الحمم .

## الزلازل

يكاد يكون مؤكداً أن الثورات البركانية الشديدة تسبب الزلازل . ومن السهل فهم السر فى ذلك ، فالانفجارات تسبب اهتزاز الصخور المجاورة . وزيادة على ذلك ، فعندما تندفع كميات ضخمة من الغازات والصخور السائلة الحارة من الأعماق إلى السطح ، فمن المؤكد أن تحدث حركات فى الصخور المحيطة . وعلى الأقل فلا بد أن بعض الصخور تستقر فى الحيز الذى كانت تحتله الصخور السائلة قبل الثوران .

وقد تكون الزلازل التى تبدأ فى منطقة أحد البراكين الهادئة إشارة إلى أن البركان على شفا الثوران . وعلى سبيل المثال ، فقد حدث فى خلال الساعات الثلاثين التى سبقت ثوران بركان الجزيرة اليابانية ساكوراچيما فى سنة ١٩١٤ ، أربعمائة وسبعة عشر زلزالاً فى الشواطئ المجاورة .

وبالرغم من أن الزلازل شائعة الارتباط مع الثورات البركانية فإن هناك زلازل كثيرة ليس لها أية علاقة بالبراكين . وأى انزلاق سريع فى الصخور الصلبة للأرض يسبب حدوث زلزال . إن الحركات التى يسميها العلماء بالحركات الأرضية تحدث ببطء شديد ، حتى إنه من الصعب أن يدرك المرء أنها قائمة فعلاً . ولكنها فى بعض الأحيان تكون سريعة ، وعندئذ يشعر الناس بالصددمات الزلزالية فى منطقة متسعة وأماكن بعيدة .

ويحدث الكثير من الحركات السريعة التى تسبب الزلازل على طول الشقوق العظيمة والتصدعات فى الصخور الصلبة للأرض . وتعتبر رؤية هذه الشقوق فى معظم الأحيان



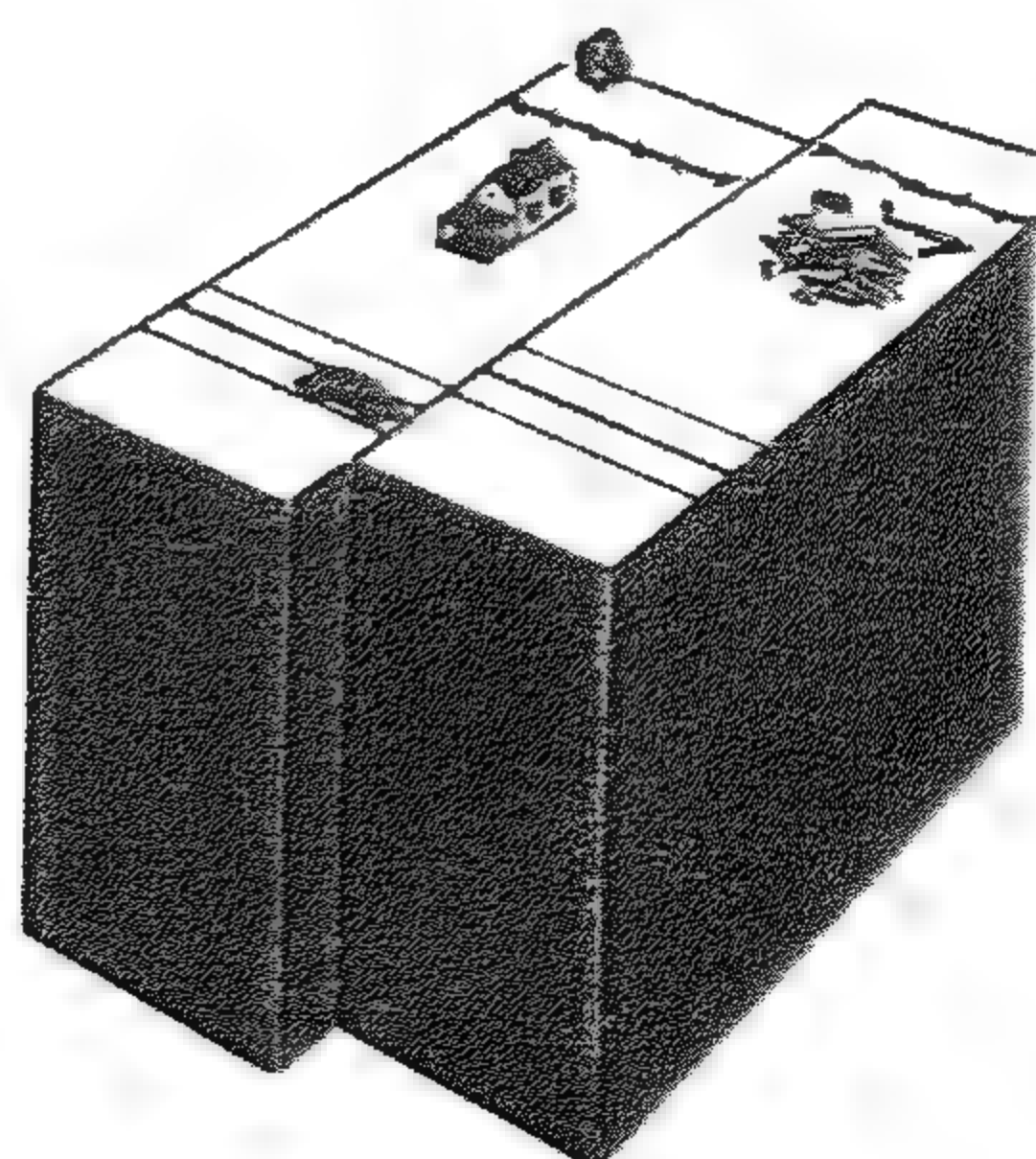
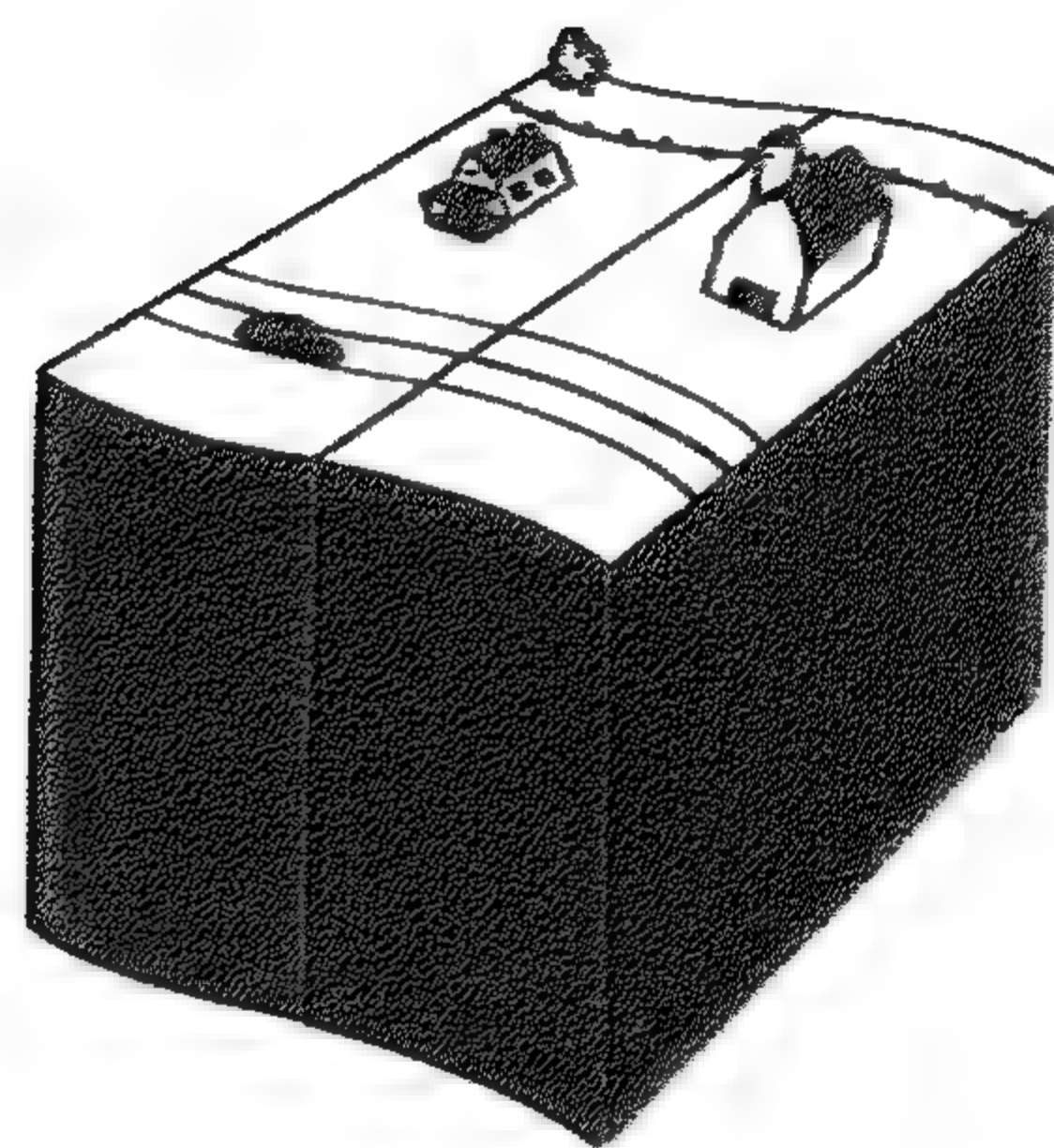
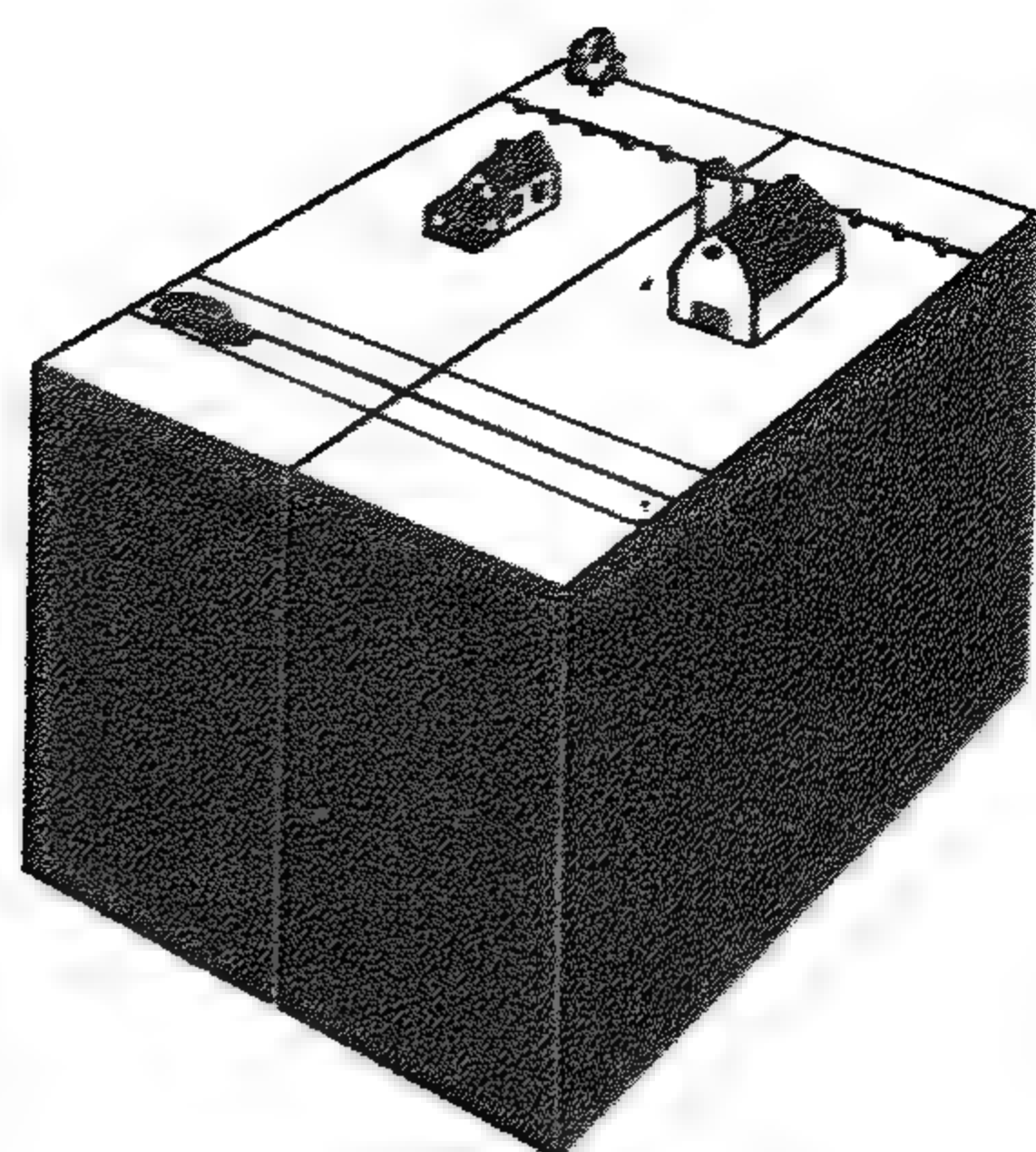
على السطح إذ أنها في كثير من الأحوال تكون مخفية تحت التربة .

وتبين الأشكال الصغيرة في هذه الصفحة إحدى الكيفيات التي تترلق بها كتل الصخور على أحد الشقوق . فالشكل الأول يوضح شقاً يجري بين مترل أحد المزروعين وصومعة غلاله . وبين الشكل الثاني تأثير القوى الناشئة من الأعماق تحت الأرض في كتل الصخور على جانبي الشق، ولكن لم يحدث هنا انزلاق فعلي . أما في الشكل الثالث فقد حدث تغير مفاجئ في الموضع بين كتل الصخور على جانبي الشق . لاحظ أن صومعة الغلال قد تهلمت من الأمتراز وأن الطريق والسور قد انقطعا . ويسمى مثل ذلك التغير في مواضع كتل الصخور على جانبي أحد الشقوق صدعاً .

والانزلاق الذي ينجم عنه صدع لا يكون دائماً انزلاقاً جانبياً ، فقد يكون انزلاقاً رأسياً ، أي إلى أعلى أو إلى أسفل ، حيث ترفع كتل الصخور على أحد جانبي الشق أو تخسف ، في حين تتحرك كتل الصخور على الجانب الآخر في الاتجاه المضاد أو تبقى في وضعها السابق نفسه .

وتحدث الزلازل غالباً أضراراً جسيمة . وقد كان زلزال سان فرانسيسكو سنة ١٩٠٦ واحطاً من أكثر زلازل الأزمنة الحديثة إحداثاً للكوارث . وقد تهلمت مبان كثيرة في هذا الزلزال ، ونشأ أبلغ الضرر على أي حال من الحرائق التي تبعت الزلزال ؛ إذ حطم الزلزال مواسير المياه فلم تكن هناك مياه لمقاومة النيران . لقد وقع زلزال سان فرانسيسكو من جراء انزلاق كذلك الموضح بالأشكال الصغيرة في هذه الصفحة .

توجد الآن في كثير من الأماكن آلات لتسجيل



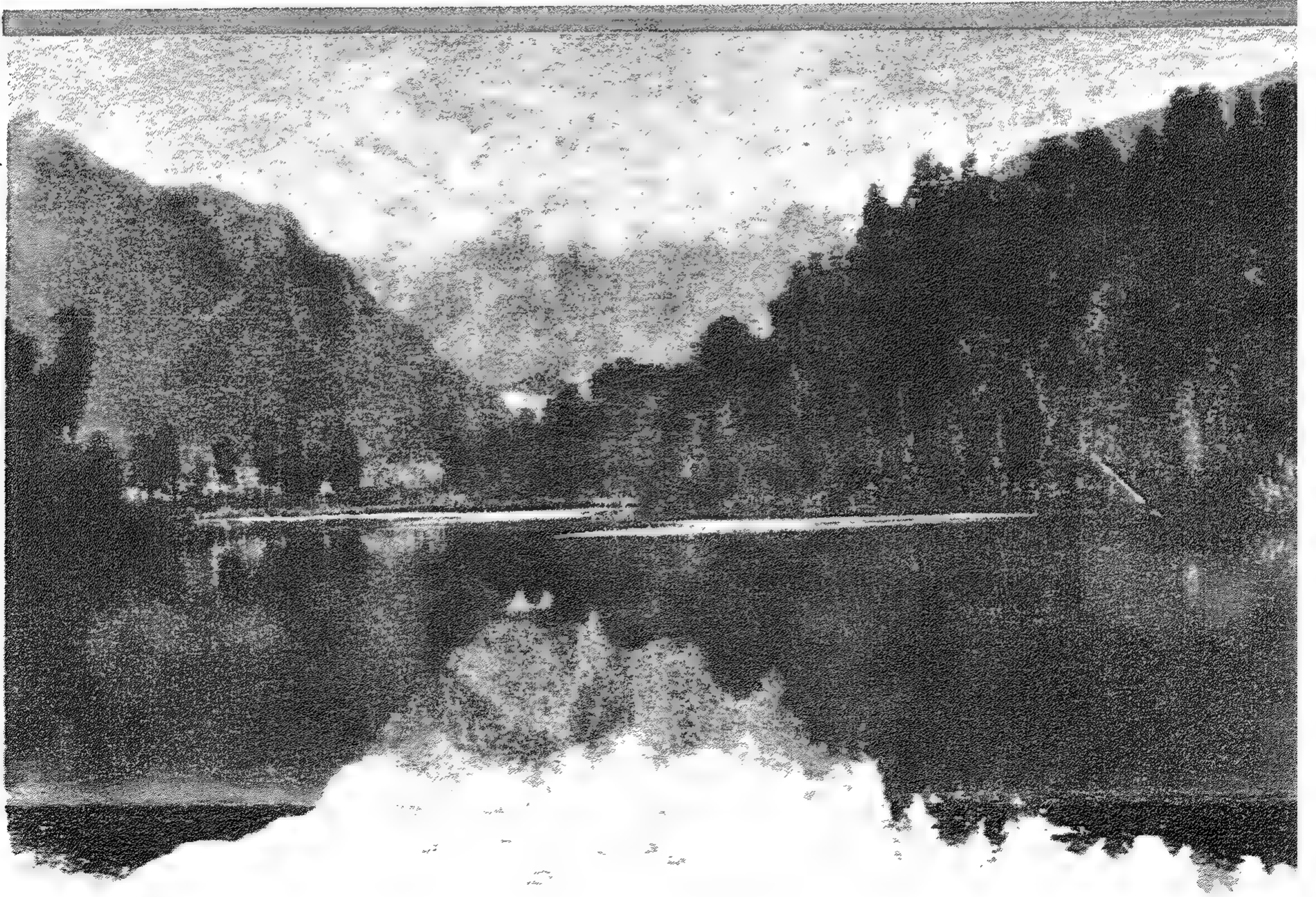


الزلازل . وتسمى هذه الآلات براصداات الزلازل ، أو آلات السيزموجراف . ويمكن للعلماء من دراسة سجلات آلات السيزموجراف في أماكن كثيرة مختلفة أن يبينوا مكان حدوث كل زلزال سجلته ومدى شدته .

ويشيع وجود الزلازل بكثرة جداً في بعض الأماكن من الدنيا عنه في أماكن أخرى . وكما توضح الخريطة التي بالغلاف الداخلي ، فإن مناطق الدنيا التي تشيع فيها الزلازل أكثر ما يمكن هي نفس المناطق تقريباً التي يغلب فيها حدوث الثورانات البركانية . وتكون هذه المناطق بعضها مع بعض ، المناطق الكبرى لبناء الجبال في العالم .

### بناء الجبال

في يوم من الأيام ، منذ خمسة وعشرين قرناً ، كان الفيلسوف الإغريقي زينوفان يتأمل عينة من الصخر التقطها من فوق أحد الجبال . لقد أمكنه أن يرى بوضوح أن عينة الصخر تتكون أساساً من أصداف بحرية . أصداف بحرية فوق جبل ! كيف تأتي لما أن تكون هناك ؟ ولا وجد زينوفان أن معظم الصخور فوق الجبل تتكون من الأصداف ، قرر أن ليس





هناك إلا جواب واحد عن السؤال . لابد أن أعلى الجبل كان يوماً ما جزءاً من قاع البحر . لقد سخر منه الناس الذين أنهى إليهم بفكرته . وبالطبع فقد جادلوا بأن الجبل كان دائماً في نفس المكان الذي كان فيه إذ ذاك . إنهم كانوا متأكدين أن الجبال لم تتغير مع مرّ العصور .

واكتشف العلماء بعد ذلك بمئات السنين أن زينوفان كان على حق دون أدنى شك . إن ذلك الجبل الذي وجد به صخوراً مكونة من الأصداف لم يكن هناك دائماً، كان أعلاه جزءاً من البحر في يوم من الأيام ، كما قال زينوفان تماماً .

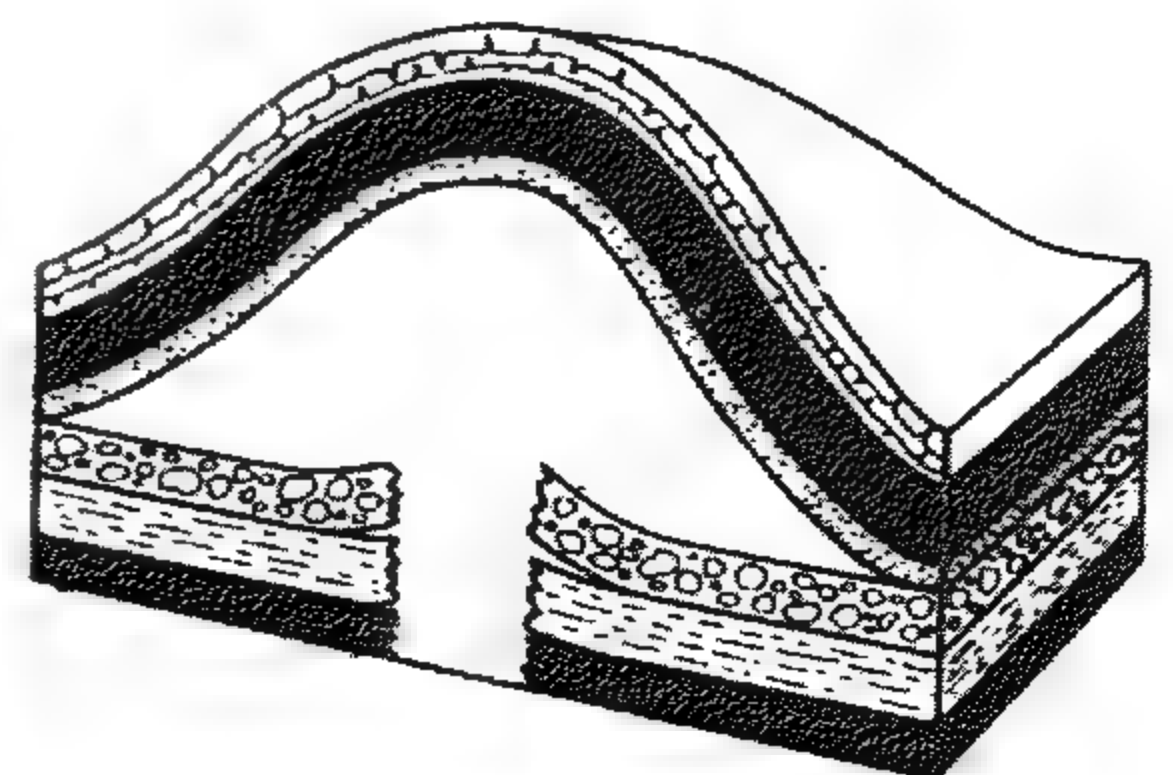
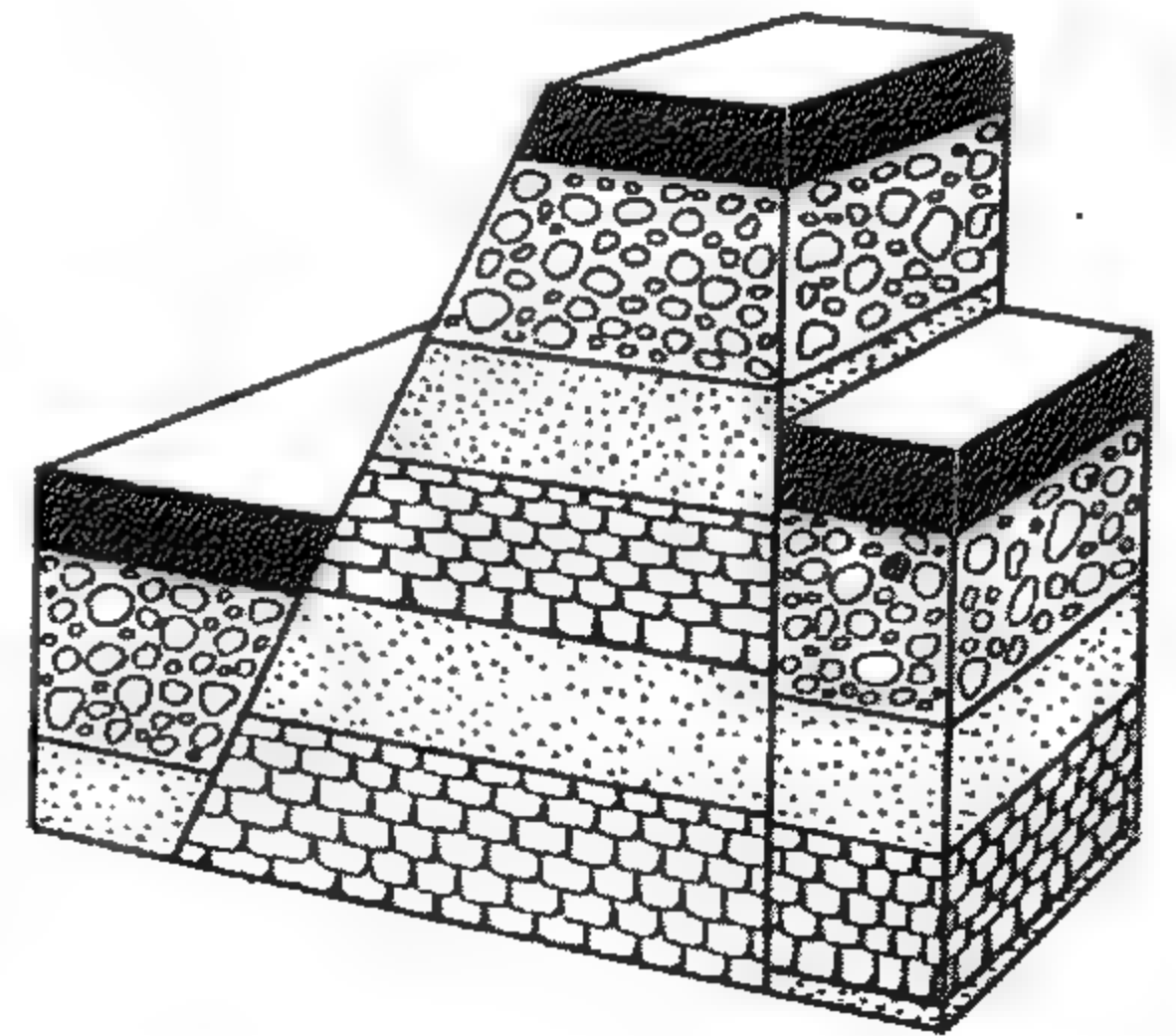
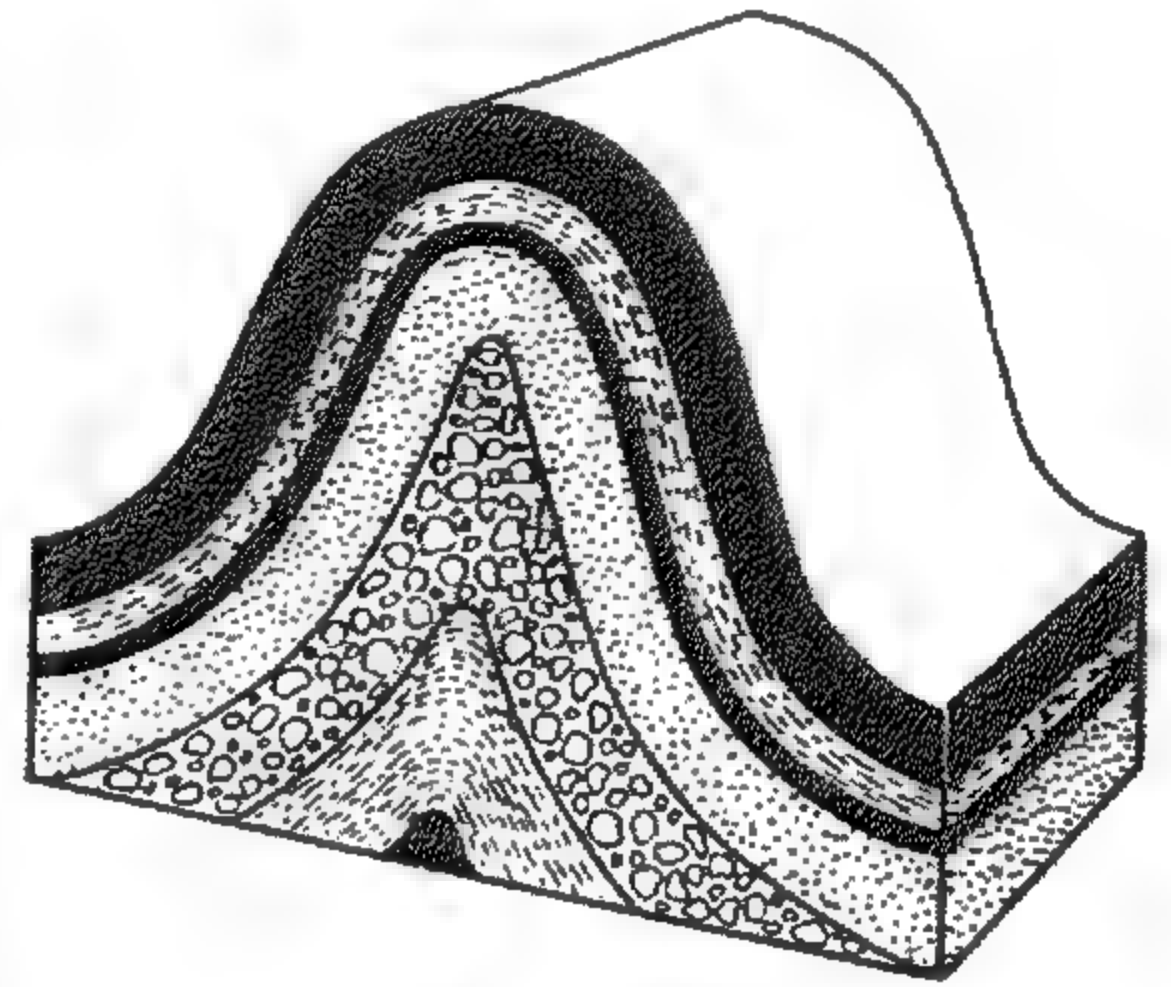
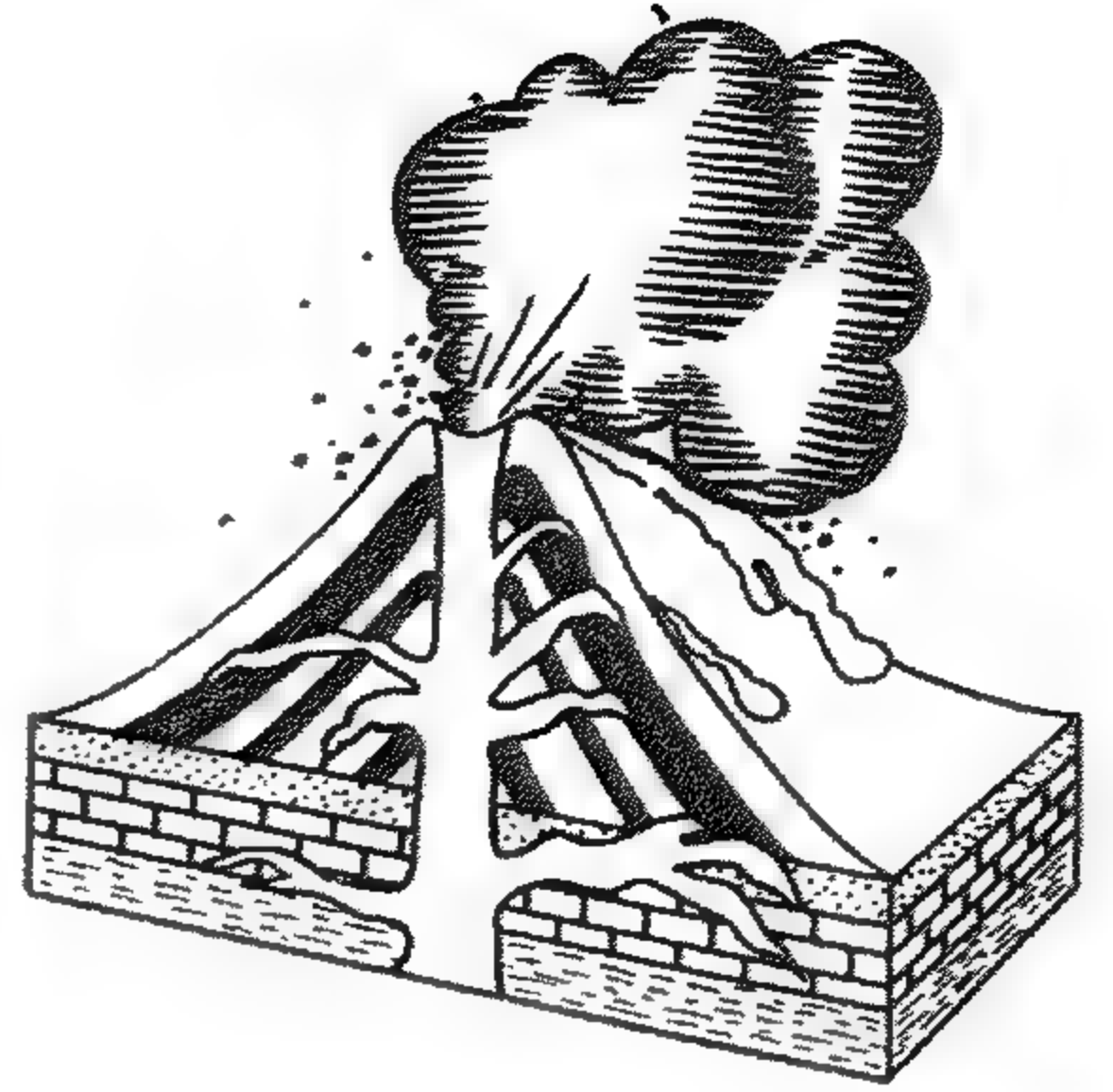
لقد وجد العلماء الآن من دراسة الصخور التي تتكون منها الجبال الحاضرة أنها جميعاً لم تكن موجودة عندما كونت الأرض لنفسها قشرة صلبة لأول مرة . واكتشفوا كذلك أن بعض الجبال الحاضرة تكونت بطريقة ، وتكون غيرها بطريقة أخرى ، وأن بعض هذه الجبال أقدم كثيراً من بعضها الآخر .

وتبين الأشكال في هذه الصفحة أربعاً من الطرق التي تتكون بها الجبال . وهناك طرق أخرى أيضاً ، ولكن هذه الكيفيات الأربع هي من بين أهمها .

ويبين الشكل الأول جبلاً بركانياً . وقد رأيت كيف يتكون مثل هذا الجبل . ويمكن تعرف الجبل البركاني ، كقاعدة ، من شكله المخروطي .

ويبين الشكل الثاني جبلاً تكون بفعل الطي . وقد تكونت معظم الجبال الحديثة هكذا . وهناك تجمعات عظيمة من الصخور رفعت في أماكن مختلفة من سطح الأرض ، ثم نحتها بعد ذلك الرياح والجليد والمياه فصارت قمماً منفصلة . وجبال نيوزيلانده - الموضحة بالصورة في صفحة (٣١) - جبال مطوية .

ويبين الشكل الثالث كيف يتكون جبل بالتصدع .





إنك تذكر أن الصدع تغير في مواضع كتل الصخور على جانبي شق عظيم . وهناك صدعان في الشكل . ويلاحظ أن القطاع الذي يبين الشقين قد رفع إلى أعلى ، على حين تحركت كتل الصخور على الجانبين إلى أسفل .

ويبين الشكل الرابع أن الجبل يمكن أن يتكون من اندفاع الصخور السائلة الحارة ، أو الصهارة ، بين طبقات من الصخور بالقرب من السطح . وفي أول الأمر يكون للجبل الذي يتكون بهذه الطريقة مركز أولب سائل ، ولكن مع مرور الوقت تتصلب الصهارة وتتحول إلى صخر صلب .

ولا ينبغي أن تتصور أن الجبال تتكون في أسبوع ، أو في سنة ، أو حتى في قرن . وقد تبنى الجبال البركانية فقط بسرعة ، ولكن بناء معظم الجبال عمليات بطيئة . وكقاعدة فإن بناء سلسلة جبلية يأخذ عدة آلاف من السنين .

إن بعض جبال الولايات المتحدة مثلاً أقدم كثيراً من بعضها الآخر . فجبال أبلاش على سبيل المثال أقدم من جبال روكيز بملايين السنين . وتعد جبال روكي حديثة نوعاً بين الجبال ، ولكنها قديمة بالنسبة لجبال الألب في أوروبا . ولقد كانت الفترة التي رفعت فيها جبال الألب من أحدث فترات بناء الجبال الكبرى .

وبالرغم من أننا ، على قدر ما نعرف ، لسنا في فترة كبرى من فترات بناء الجبال ، إلا أنه ربما تكون هناك بعض الجبال الجديدة في سبيل التكوين . إننا نعرف أن سطح الأرض يرتفع في بعض الأماكن ، ولكنه يرتفع ببطء شديد ، لدرجة أنه لا يمكن أن يلاحظه أحد . لقد سجل أحد العلماء حديثاً أنه يعتقد أن حيداً « نتوءاً » جلياً جديداً يرتفع في

غرب الولايات المتحدة . ولكن ستمر عدة آلاف من السنين قبل أن يتأكد من ذلك أحد . إن الحركات الأرضية هي التي تبنى جبال الطي وجبال التصدع . والحركات الأرضية هامة جداً ، بل بالغة الأهمية في الحرب الدائرة بين البر والبحر . فلو لم تكن الحركات الأرضية لكسب البحر هذه الحرب منذ زمن طويل ، ولغطت محيطات عمقها لا يقل عن ١٨٠ متراً في أضحل أماكنها سطح الأرض كله الآن .

ولو أن الرياح والمياه والجليد تمزق الأرض وتبليها هنا ، وهي تبنيتها أيضاً هناك ، إلا أنها تهدم من الأرض أكثر مما تقيم . وإذا كانت المواد التي تنقل إلى البحر وتراكم فوق قاعه لم تراكم إلى السمك الكافي لبناء أرض جديدة ، فإنها على أي حال سترفع منسوب البحر وتساعد على تهدم الأرض . وحيث إن كثيراً من المادة يلقي ببساطة على قاع البحر ، فإن

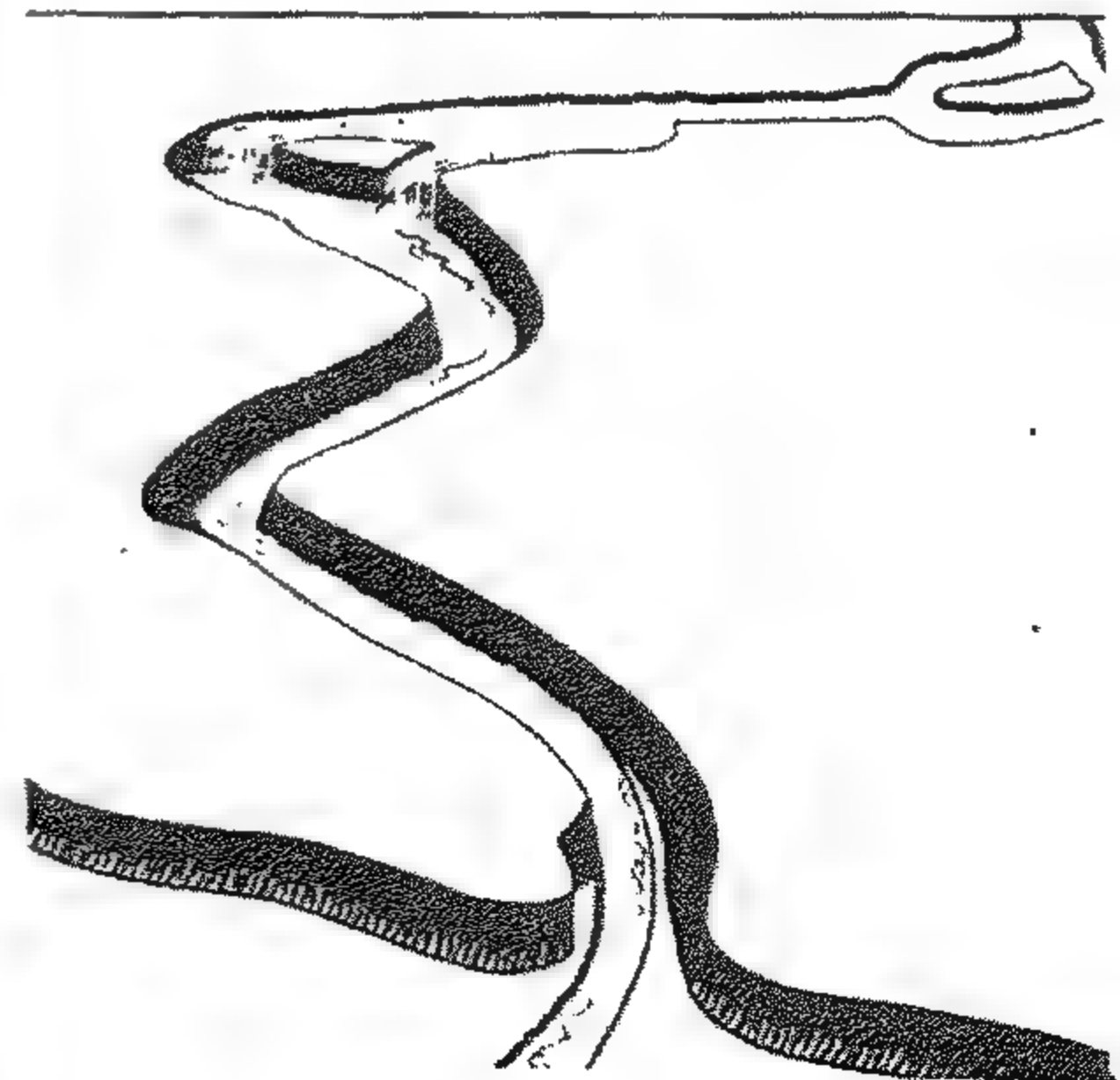
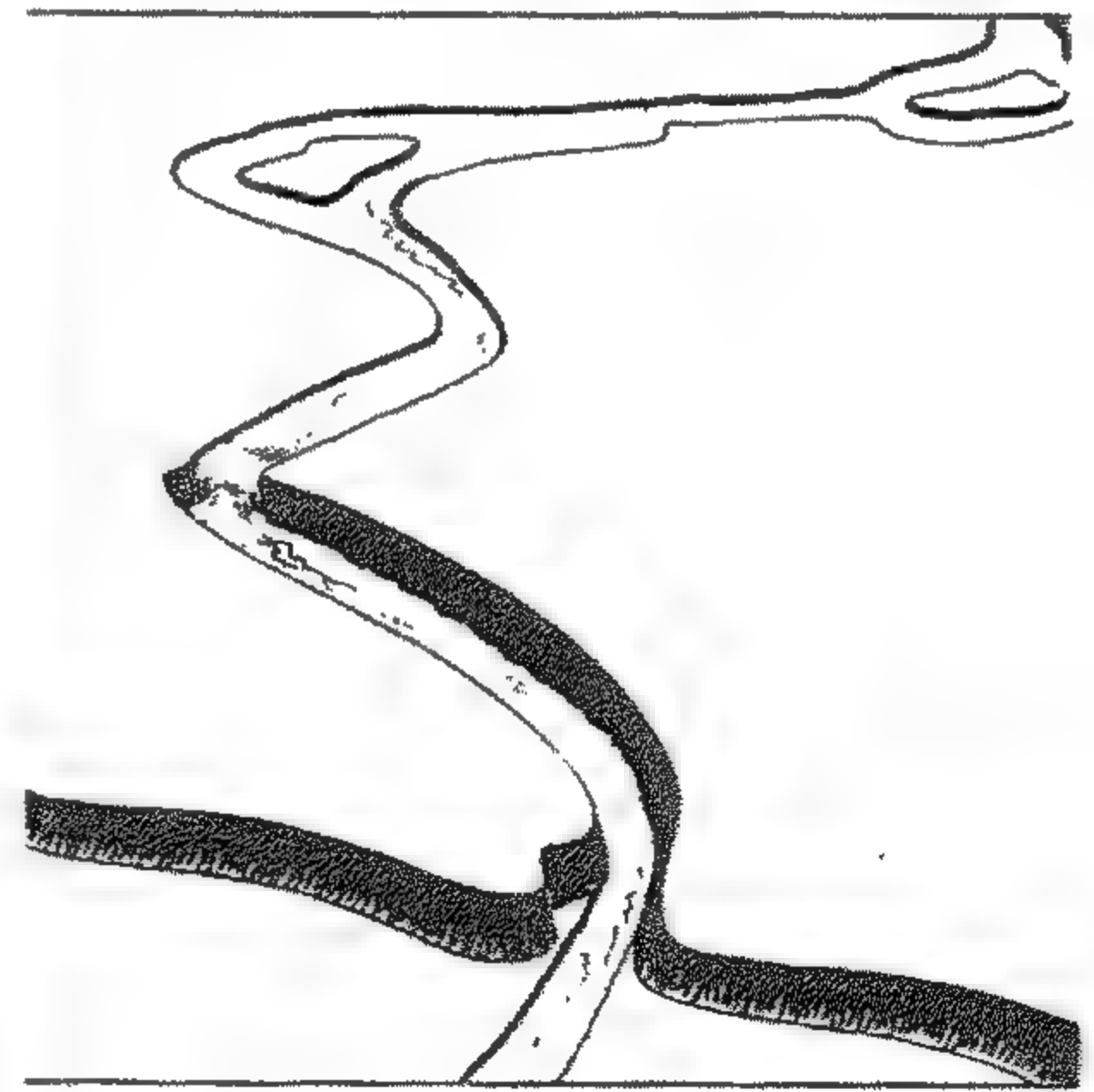
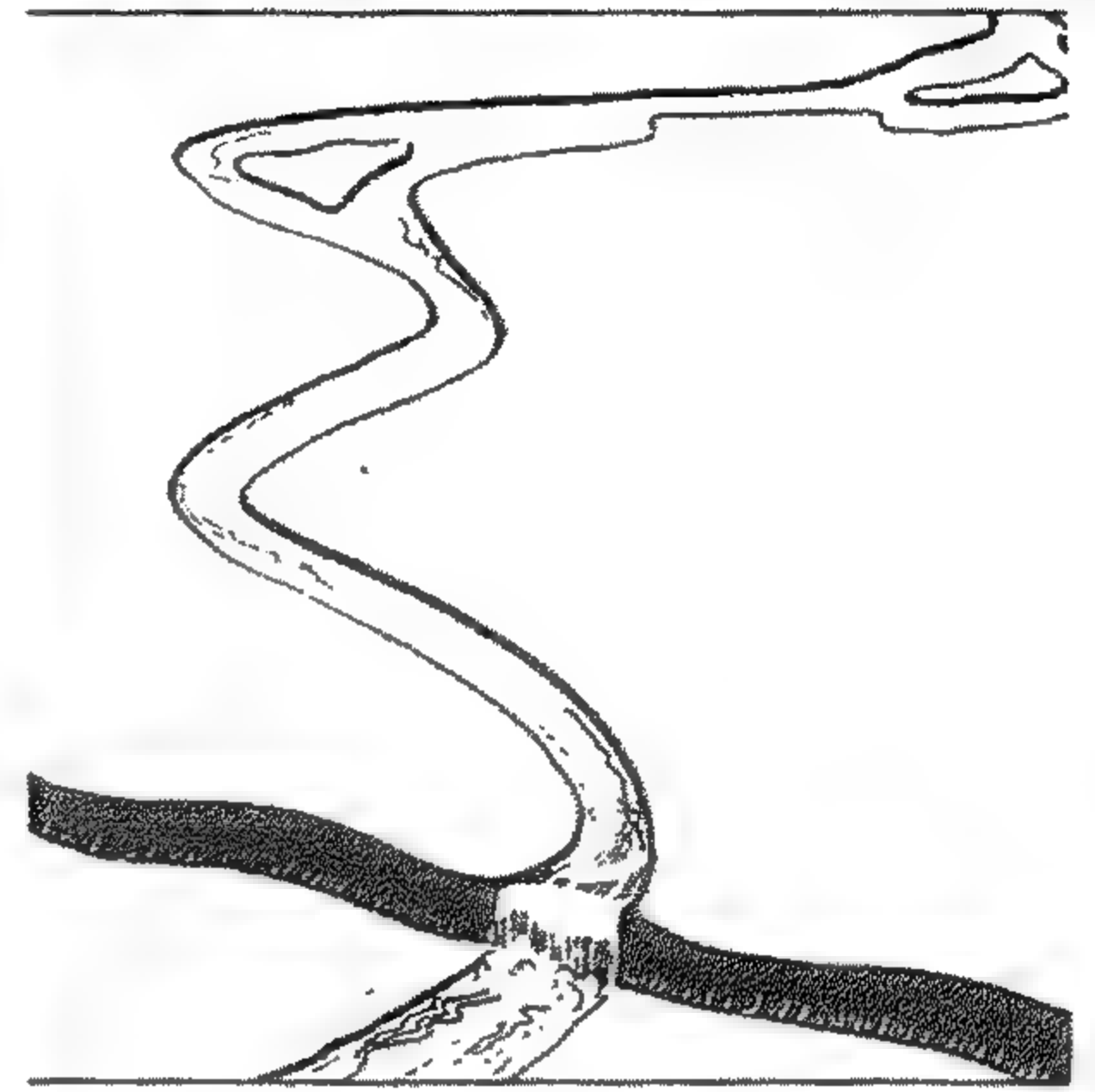
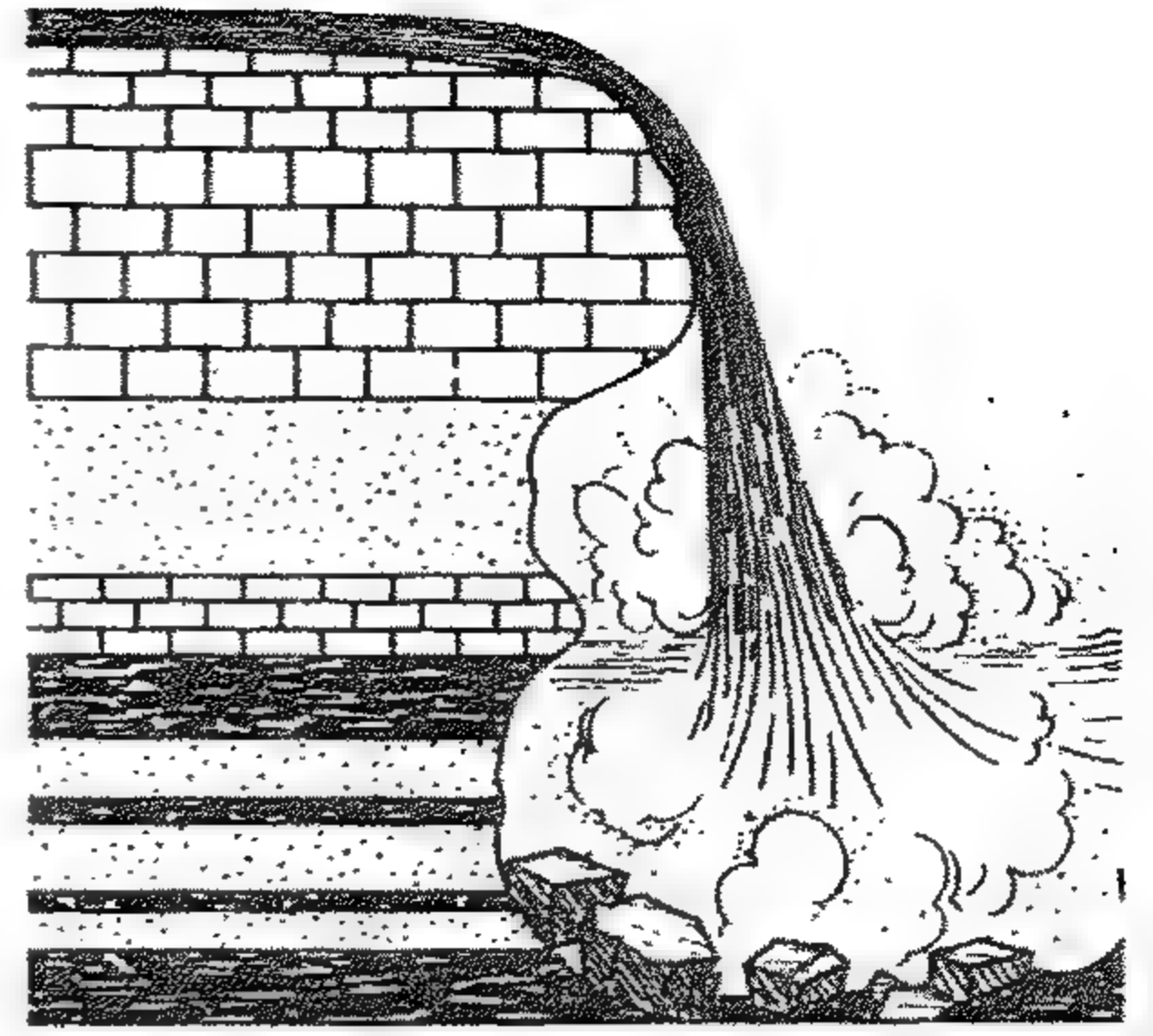


الرياح والماء والجليد تعمل أخيراً في صف البحر . ولا يعلم أحد في أى جانب يساعد النشاط البركاني أكثر ، إذ أنه من ناحية واحدة لا يعرف أحد كم من الحمم يندلع تحت سطح البحر . ولكن الحركات الأرضية تعمل أخيراً في جانب البر . ورغم أن الحركات الأرضية بعضها يكون إلى أسفل ، كما أن بعضها يكون إلى أعلى ، فإن الحركات التي إلى أعلى تفوق الحركات التي إلى أسفل . وكم من مناطق نحتت حتى منسوب البحر تقريباً ، ثم ما لبثت أن رفعت مرة أخرى عالياً فوق منسوب البحر . لقد أنقذت الحركات الأرضية القارات وساعدت على جعل الأرض مكاناً صالحاً للحياة .

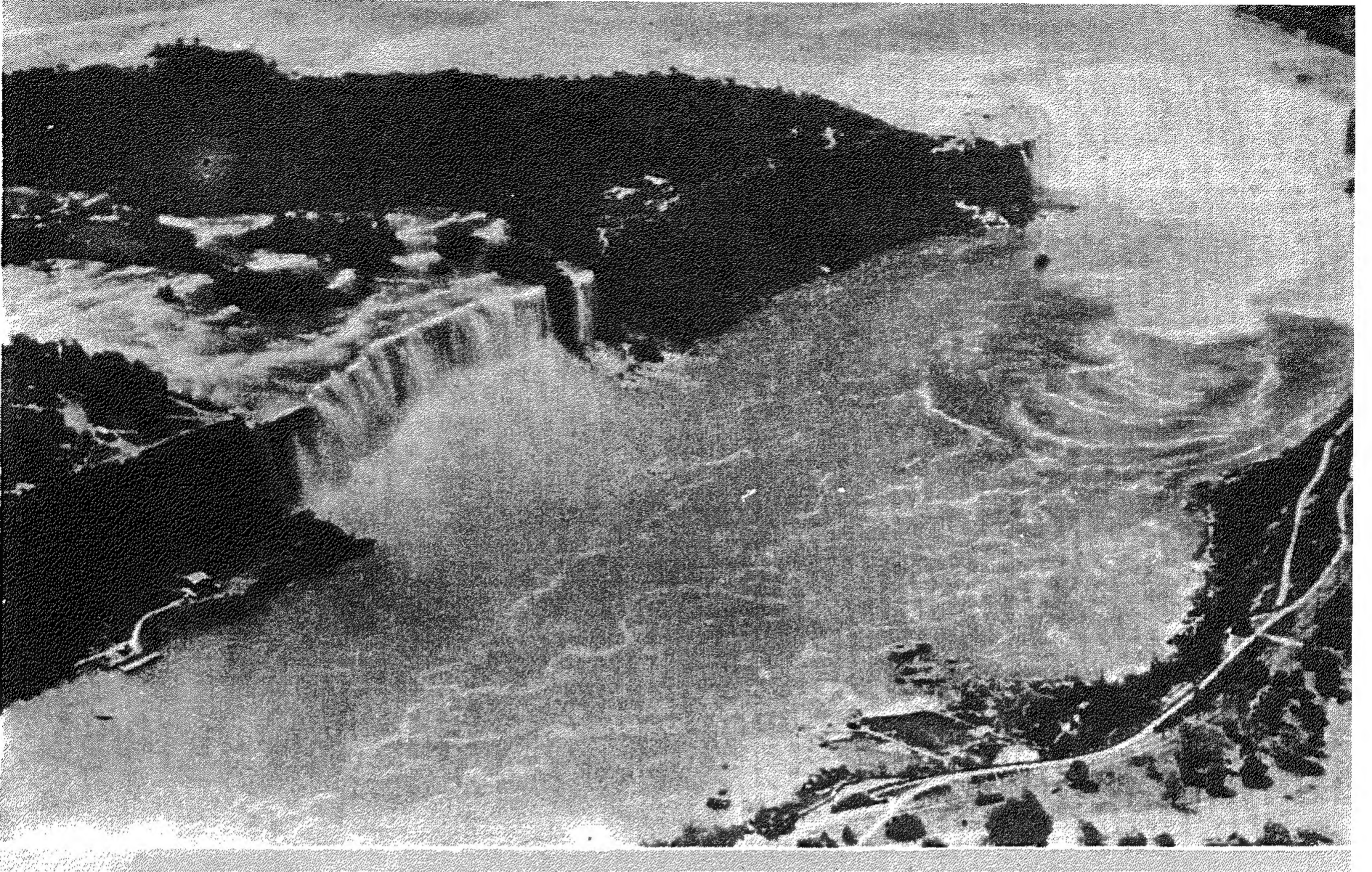
### قصة مساقط نياجارا

ربما أمكنك أن تعرف المساقط الميمنة في الصورة بصفحة (٣٥) ، إنها مساقط نياجارا المشهورة - في نهر نياجارا . وكما تبين الصورة فإن المساقط منقسمة إلى قسمين . وتفصل جزيرة جوت القسمين بعضهما عن بعض ، وهما المساقط الأمريكية ومساقط هورس شو .

وعمر مساقط نياجارا عدة آلاف من السنين ، ولكنها لم تكن تبدو دائماً كما هي الآن . فلم تكن في أول الأمر منقسمة إلى قسمين ، كما أنها لم تكن دائماً حيث هي الآن . لقد تحركت ١٣ كيلومتراً من حيث كانت في أول الأمر . وقصة مساقط نياجارا هي قصة عمل المياه الجارية . ففي خلال عصر الجليد العظيم ، كان معظم أمريكا الشمالية - كما عرفت - مغطى بغطاء شاسع من الجليد . وكانت الحافة الجنوبية أحياناً تدفع إلى الأمام ، وأحياناً أخرى تنصهر قافلة إلى الوراء . وقد كان الجليد ينصهر دائماً عند الحافة الجنوبية ، وكان معظم الماء الناتج عن







انصهار الجليد يتدفق إلى الجنوب منحدرًا فيما هو الآن وادي المسيسي . ولكن الجليد انصهر أخيراً وتراجع حتى إن الحافة الجنوبية صارت إلى شمال مما هو الآن منطقة البحيرات العظمى . لقد ساعد الجليد على نهب أحواض البحيرات العظمى عندما كان يتحرك إلى الأمام ، فلما تراجعت الثلجة ملأت المياه لنتيجة من انصهار الجليد تلك لأحواض . ومع مرور الوقت طفحت لبحيرات ، ولكن مياه لم تتبع لممر لقديم إلى الخليج . لقد وجدت ممراً أسهل في ناحية لشرق إلى المحيط الأطلسي .

وكونت المياه المتدفقة من بحيرة إيري نهر نياجارا . وكان في طريق هذا النهر جرف شديد الانحدار تدفق النهر فوقه مكوناً مسقطاً للمياه .

كانت لطبقة الصخرية عند قمة الجرف الشديد الانحدار من الحجر الجيري الصلب . وكان النهر ينساب فوق الحافة فيبلى هذا الصخر الصلب بدرجة ضئيلة جداً . أما تحت تلك الطبقة الصخرية الصلدة ، فقد كانت هناك طبقات من صخر أقل صلادة كثيراً . ومع سقوط المياه كان بعضها يرتد إلى الوراء فيصطدم بالصخر اللين الذي يكون الجزء الأسفل من الجرف فيبليه . وقد أبلت المياه الساقطة الصخر اللين فارتد إلى لوراء أكثر وأكثر .



وأخيراً تمتد الطبقة العليا فوقه في هيئة الرف . وكان الحجر الجيري في هذه لطبقة ثقيلًا جدًا . ولما لم يكن تحته صخر ليقيمه ، فقد انكسر جزء من حافته وهوى محطماً في بطن لنهر . وهكذا تحركت المساقط إلى الخلف مسافة بسيطة .

وستمر هذا النوع من النحت السفلي . وعندما نحتت المساقط طريقها إلى الخلف حتى وصلت إلى جزيرة جوت انقسمت ، لأن جزءاً من مياه لنهر انساب حول جانب من الجزيرة ، ونساب لثاني حول الجانب الآخر .

وربما جعلت الأشكال لصغيرة في صفحة (٣٤) قصة لمساقط أكثر وضوحاً . وبالطبع فإن لقصة لم تتم بعد . فع مرور لوقت ستجاوز لمساقط جزيرة جوت ، وعندئذ سيكون هناك مسقط واحد وسع . ويعتقد لعلماء أن لمساقط ستختفي فيما بعد ذلك . إنها ستصير قل وقل ارتفاعاً بسبب نحد رطبقة الحجر الجيري الصلد ، حتى تختفي تماماً في آخر الأمر . ولكن ترجع لمساقط ١١ كيلومتر تقريباً قد ستغرق آلاف لسنين – ربما ٢٠,٠٠٠ وربما أكثر من ذلك . ستظل هناك مساقط نياجار موجودة على قدر ما يمكن لأي أحد أن يتنبأ ، لآلاف كثيرة جداً من السنين .

### لاحظ بنفسك

- ١ – هي ثورناً بركانياً مصغراً ، بأن تحرق ثاني كرومات لأمونيوم في فوهة نموذج لبركان من لطين .
- ٢ – حاول بعد مطر غزير أن تجد مكاناً تكون مياه لمطر قد بدت فيه خوراً صغيراً . وربما وجدت في نفس لوقت دلثا مصغرة .
- ٣ – صنع نماذج من لطين للون لثن الفرق بين لطي ولتصدع .
- ٤ – إذ كان لديك وعاء معدني كبير ضحل ، فصمم طريقة تبين بها فيه كيف تتكون الدلتا .
- ٥ – إذا كان لديك وعاء به رمل ، فحاول بوساطة مروحة كهربية أن تني كثيراً رملياً مصغراً . جعل بناء الكثيب يبدأ بوضع عائق صغير في لوعاء لوقف حركة لرمل .

رقم لإيدع	١٩٩٢ / ٨٦٦٣
لترقيم لدولي	ISBN 977-02-3843-0

١ / ٩٢ / ٢٤٦

طبع بمطابع در لمعارف (ج.م.ع.)



